

GESAMMELTE BEITRÄGE

ZUR

PATHOLOGIE UND PHYSIOLOGIE

VON

DR. L. TRAUBE

GEH. MEDIZINAL-RATH, AUSSERORDENTL. PROFESSOR DER MEDIZIN AN DER KÖNIGL. FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT, ORDENTL. PROFESSOR AN DEM KÖNIGL. FRIEDRICH-WILHELMS-INSTITUT, DIRECTOR DER PROPAEDEUT. KLINIK UND DIRIGIR. ARZTE IM CHARITÉ-KRANKENHAUSE ZU BERLIN.

ERSTER BAND.

EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN.

MIT 10 LITHOGR. TAFELN.

BERLIN, 1871.

VERLAG VON AUGUST HIRSCHWALD.

68 UNTER DEN LINDEN.

VORWORT.

Die vorliegenden beiden Bände enthalten den grössten Theil dessen, was ich bis jetzt theils selbst, in Abhandlungen und Vorträgen, veröffentlicht habe, theils nach von mir gehaltenen Vorträgen durch meine klinischen Assistenten habe veröffentlichen lassen. Die von mir vorgenommenen Veränderungen betreffen überall nur die Form; sie sind grösstentheils stylistischer Art, zum Theil bestehen sie in Kürzungen oder, wie bei der zweiten Abhandlung des ersten Bandes, in veränderter Anordnung des Stoffes; nirgends sind, was ich kaum hervorzuheben brauche, die Thatsachen oder die aus denselben gezogenen Schlüsse alterirt. Berichtigungen oder Ergänzungen erscheinen theils in der Gestalt von Anmerkungen unter dem Texte, die sich von früheren Bemerkungen durch ein besonderes Zeichen †) unterscheiden, theils sind sie als „Nachträge“ oder „nachträgliche Bemerkungen“ in den Text selbst aufgenommen worden. Ich bedauere, sie aus Mangel an der nöthigen Musse in nur geringer Zahl gegeben zu haben.

Bisher noch nicht, wenigstens nicht vollständig, veröffentlicht waren die auf p. 231—273 des ersten Bandes gedruckten Abhandlungen mit den dazu gehörigen Abbildungen, so wie die letzten drei Tafeln, welche zur Illustration einiger wichtigen kymographischen Sätze dienen.

Das Ideal, das mir bei meinen Arbeiten vorschwebte, deuten die Worte an, die, im Januar 1846 von mir niedergeschrieben, dem um diese Zeit herausgegebenen ersten Hefte der „Beiträge zur experimentellen Pathologie und Physiologie“ als Einleitung dienen.

„So gründlich und genau die klinischen und pathologisch-anatomischen Beobachtungen einiger neueren Pathologen sind, wir berufen uns vor allen auf die klassischen Arbeiten Louis'; eben so ungenügend sind, wenigstens in der Mehrzahl, die Erklärungen, welche man uns von anderer Seite, namentlich in Deutschland, über den Zusammenhang des Wahrgenommenen giebt.

Wir verlangen, wie in den andern Naturwissenschaften, auch hier den Nachweis des wirklichen Zusammenhangs der Erscheinungen, denn dieser allein ist des Wissens werth; statt dessen setzt man uns weitläufig auseinander, wie die Dinge möglicherweise zusammenhängen.

Wir sind weit entfernt den Fortschritt zu verkennen, der in diesen Deductionen sichtbar ist gegenüber jenen, mit welchen die Schelling'sche und die ihr nachfolgende naturhistorische Schule uns beschenkt hat. Man beruft sich, um seine Behauptungen zu stützen, allerdings nicht mehr auf ebenfalls blos Erdachtes, sondern auf Thatsachen aus dem Gebiete der Chemie, Physiologie u. s. w.

Aber ist das Resultat darum ein durch seine Sicherheit vorzüglicheres?

Gesetzt die Thatsachen, auf die man sich stützt, seien wirklich immer Thatsachen und nicht, wie häufig, unter dem Schein von Thatsachen hingestellte Behauptungen, so ist ja die Voraussetzung, dass die citirten physiologischen und chemischen Gesetze bei dem zu erklärenden pathologischen Vorgang in Wirksamkeit treten, selbst erst als richtige zu erweisen, und, wenn dies nicht geschieht, eine willkürliche und die darauf gebaute Erklärung im besten Fall eine blos wahrscheinliche. Das heisst: es ist möglich, dass der Vorgang in der auseinandergesetzten Art stattfindet, aber es ist auch möglich, dass es sich anders verhält.

Um aus diesem Labyrinth zu kommen, das täglich grösser wird durch die Anhäufung neuer, oft entgegengesetzter Hypothesen, in welchem sich allmählig auch das, was wir sicher wissen, zu verlieren droht, sehen wir nur einen Ausgang, ein Mittel, welches die verwandten Naturwissenschaften aus gleichem Zustand befreit hat.

Es ist das zu der passiven Beobachtung hinzugetretene Expe-

riment, welches auch die Pathologie zu dem, was sie werden will, zu einer exacten Wissenschaft machen kann.

Erst nachdem gezeigt ist, dass nur die durch das Experiment isolirte Reihe von Bedingungen unter den vielen anderen, welche sich der Beobachtung gleichzeitig darbieten, zur Erzeugung einer bestimmten Erscheinung nöthig sei, treten wir aus dem Bereich der Möglichkeit in das gesuchte Gebiet der Wirklichkeit.

Allerdings wird schon längere Zeit auch in der Pathologie experimentirt; es ist das grosse Verdienst Magendie's, diese Richtung angeregt und auch zuerst eingeschlagen zu haben; aber eben die von ihm und den meisten seiner Nachfolger eingeschlagene Methode genügt den auf dem gegenwärtigen Standpunkte zu stellenden Anforderungen nicht mehr.

Es sind nicht selten allerdings glückliche Einfälle, welche, aus einer oberflächlichen Kenntniss des pathologischen Materials entsprungen, zum Experimentiren veranlassen. Und das aus einem oder einem paar Versuchen erhaltene, meist zweideutige Resultat genügt als ein Factum, das man entweder auf sich beruhen lässt, oder — und dieser schlimmere Fall ist der häufigere — zum Aus gangspunkt einer Reihe von Vermuthungen und Ansichten benutzt, welche gar noch mehr erklären wollen als man Anfangs beabsichtigte.

Statt also die Einsicht in den Zusammenhang der pathologischen Erscheinungen am Menschen zu erweitern, wurden nur neue Räthsel und neue Hypothesen zu den alten hinzugefügt.

Experimentiren, aber mit Vermeidung dieser Fehler experimentiren ist daher, nächst der genauesten Beobachtung am Krankenbett und Leichentisch, die Hauptaufgabe der gegenwärtigen Pathologie.

Aus einer gründlichen Kenntniss der bereits gewonnenen Thatsachen (welche wiederum nur durch Autopsie erlangt werden kann) hervorgegangene, scharf gestellte Fragen nach den Bedingungen der wahrgenommenen Erscheinungen und eben so bestimmte Antworten, welche das Resultat einer systematischen Reihe genauer Versuche und zwar unmittelbare Folgerungen aus diesen Versuchen sind: dieses sind die unerlässlichen Bedingungen einer experimentell-

pathologischen Arbeit, wenn auch die Pathologie, wie die ihr verwandten Naturwissenschaften, mittelst des Experiments eine feste theoretische Grundlage erhalten soll.“

Auch heute noch halte ich das Experiment, sofern es den eben gestellten Anforderungen entspricht, für die Conditio sine qua non einer wissenschaftlichen Pathologie. Selbst die Therapie wird, wie ich überzeugt bin, von da ab einen gedeihlicheren Fortgang nehmen, wo man in systematischer Weise versuchen wird, die an Thieren hervorzurufenden Krankheitsvorgänge durch die genauer gekannten Arzneimittel zu modificiren.

Ueber den Werth der Hypothesen denke ich zur Zeit anders als damals, wo ich die Erzeugnisse der „naturhistorischen“, „rationellen“ und „physiologischen“ Medicin vor Augen hatte. In einer Wissenschaft, wie die Pathologie, die zunächst auf das Beobachten angewiesen ist und die einer Kunst, welche die Erhaltung des menschlichen Lebens zur Aufgabe hat, als Grundlage dient, wird die Hypothese immer ein unentbehrliches Hilfsmittel bleiben, doch muss dieselbe auch hier, um möglichst grossen Nutzen und möglichst geringen Nachtheil zu bringen, sich nicht blos aller logischen Willkürlichkeiten enthalten, sondern auch keinerlei Fictionen ad hoc als Vordersätze gebrauchen. Und vor Allem natürlich wird sie Angriffspunkte für das controlirende Experiment darbieten müssen.

Berlin im Januar 1871.

Der Verfasser.

Inhalts-Verzeichniss.

Erster Band.

Experimentelle Untersuchungen.

I.

Die Ursachen und die Beschaffenheit derjenigen Veränderungen, welche das Lungenparenchym nach Durchschneidung der Nn. vagi erleidet.

Kritisch-experimenteller Beitrag zur Lehre von der Pneumonie und Atelectase.*)

Die Thatsache, dass das Lungengewebe eines Säugethieres, nach Durchschneidung der Nn. vagi am Halse, an zahlreichen Stellen eine Reihe seiner normalen physikalischen Eigenschaften verliert und dafür eine Reihe anderer erhält, die es, unter normalen Bedingungen, niemals darbietet, diese Thatsache ist, wie aus Lund's historischer Einleitung zu dem Kapitel über die respiratorischen Functionen des Vagus hervorgeht, bereits wenigstens anderthalb Jahrhunderte bekannt. Denn schon Valsalva (der Lehrer Morgagni's) hatte, wie daselbst gesagt ist, bemerkt, dass nach jener Operation eine schaumige Flüssigkeit in den Luftwegen vorhanden, und die Lungen nach dem Tode roth und mit ausgetretenem Blute angefüllt seien.

*) Entnommen den Beiträgen „zur experimentellen Pathologie und Physiologie", I. Heft, 1846. Die mit dieser Arbeit hier vorgenommenen Veränderungen bestehen zum Theil in stylistischen Verbesserungen, zum Theil in ergänzenden und berichtigenden Anmerkungen, welche zum Unterschiede von den früheren mit † bezeichnet sind.

Nichtsdestoweniger ist man bis auf den heutigen Tag, trotzdem während dieses langen Zeitraums derselbe Versuch unzählige Male und immer mit demselben Erfolge wiederholt worden, weder über die Ursachen, noch über die Natur dieser im Lungengewebe eintretenden Veränderungen zu einer irgend befriedigenden Klarheit gelangt.

Wir haben wohl, wie über andere Punkte der Physiologie und Pathologie, so auch über diesen, eine Reihe mehr oder weniger willkürlicher Ansichten, Vorstellungen über den möglichen Zusammenhang der hierher gehörigen Erscheinungen unter einander und mit anderen bereits bekannten; auch fehlt es nicht an Versuchen, den Nachweis des wirklichen Zusammenhanges zu führen mit Hilfe von Experimenten; aber eben diese sind, obwohl sie zur Entdeckung einiger neuen Thatsachen geführt haben, theils mit zu wenig Umsicht angestellt, theils mit zu wenig Ernst fortgesetzt, theils endlich zu einseitig gedeutet worden, als dass sie zu einem sicheren, unumstösslichen Endergebniss hätten führen können.

Allerdings hatte es lange Zeit gedauert, ehe man überhaupt dazu gelangte, sich die angegebene Frage zu stellen. Bis auf die neuere Zeit hatte man aus der Reihe von Erscheinungen, welche auf die Durchschneidung beider Vagi folgen, hauptsächlich die eine, das schnelle Ableben des Thieres, ins Auge gefasst und zu erklären versucht. Und die Veränderungen in den Lungen wurden nur benutzt, den so schnell eintretenden Tod zu begründen*). — So schliesst Joh. Müller das Kapitel über die Vagidurchschneidung mit folgender Betrachtung:

---

*) Dass der Tod indessen nicht immer so schnell eintritt, ist eine Thatsache, von der auch wir uns überzeugt haben.

Den 9. September 1815 wurden einem grossen, starken Hunde die Vagi durchschnitten. Das Thier hatte gleich nach der Durchschneidung die Stimme verloren. Es athmete seltener, brach sehr häufig und magerte stark ab. Es wurde am 1. October mit Blausäure vergiftet. Magen stark zusammengezogen, Schleimhaut normal. Lungen umfänglicher als normal. An vielen Stellen hellbraunroth und mit schaumiger seröser Flüssigkeit infiltrirt; nirgends durchaus luftleer. In der Pleura pulmonal. viele bis silbergroschengrosse, grauweisse, rundliche Flecke. In den Luftwegen schaumige Flüssigkeit. Am rechten Vagus waren die Endstücke fest vereinigt, doch so, dass man sie noch genau unterscheiden konnte, durch eine rings herumgehende Furche nämlich, welche wegen der Verdickung der verwachsenen Enden stark ausgeprägt war. Am linken Vagus lag zwischen beiden Schnittflächen eine rothe, dünne, weiche Zwischensubstanz von etwa $\frac{3}{4}$ Zoll Länge, in welcher man Nervenfasern vorfand. Das Ende des oberen Theils war viel dicker, als das des anderen.

„Reiht man Alles zusammen, was die verschiedenen Beobachter ermittelt, so tödtet die Unterbindung oder Durchschneidung der Nn. vagi durch den Zusammenfluss verschiedener, zuletzt Suffocation herbeiführender Umstände. Diese sind: 1) die unvollkommene (??) Lähmung der Bewegungen zur Veränderung der Stimmritze, 2) die Exsudationen in den Lungen, 3) der verminderte chemische Process in den Lungen, 4) die von Mayer beobachtete Gerinnung des Blutes in den Gefässen",

während über die Natur dieser Exsudation gar nichts gesagt, über die speciellen Bedingungen derselben kurz auf das Kapitel über die Exsudation überhaupt verwiesen wird.

Es schien, wie hieraus ersichtlich, nur wenigen Physiologen und Pathologen der Mühe werth, sich über diese Punkte noch besonders aufzuklären; daher denn auch die Zahl der Leistungen über unseren Gegenstand nur gering ist.

Die folgende Abhandlung wird nachweisen:

1) dass das, was bis jetzt über die Ursachen der Lungenaffection, welche nach Durchschneidung der Vagi erscheint, gesagt worden, nicht allein rein hypothetisch ist, sondern auch mit den Thatsachen im Widerspruch steht;
2) welches die wirklichen Ursachen dieser Affection sind;
3) dass die Veränderungen, welche das Lungengewebe in Folge der Durchschneidung der Nn. vagi erleidet, allerdings identisch sind mit denjenigen, welche sich beim Menschen bei der unter dem Namen Pneumonie bekannten Krankheit vorfinden, dass aber der Beweis für diese Identität bis jetzt nicht geführt worden ist;
4) dass diese Veränderungen nicht das Geringste gemein haben mit denjenigen, welche bei Kindern so häufig in Folge der Anfüllung der Bronchien mit Schleim eintreten, — nämlich mit der von Jörg so genannten Atelectase des Lungengewebes.

I. Von den Ursachen der Veränderungen, welche die Lungen nach Durchschneidung der Vagi erleiden.

a) Die hypothetischen Ursachen.

Uebergehen wir die Meinung Valsalva's, welcher (siche l. c.) die Veränderungen in den Lungen einer durch die gewaltsamen Anstrengungen, sich zu erbrechen, bedingten Hämorrhagie zuschreibt, als einen durchaus willkürlichen Einfall, so sind die Behauptungen der auf ihn folgenden Schriftsteller hinsichtlich der Entstehung dieser Veränderungen auf zwei Haupthypothesen zurückzuführen. Beide haben die (später zu prüfende) Voraussetzung gemein: dass der Abänderung, welche das Lungengewebe in seinen physikalischen Eigenschaften erleidet, eine Störung der Blutströmung zu Grunde liege. Welches also sind, fragen Beide, die Bedingungen, welche in Folge der Vagidurchschneidung gesetzt, den Blutlauf in den Lungen beeinträchtigen? — Die eine und zwar ältere Hypothese, welche wir der Kürze wegen mit A. bezeichnen, antwortet hierauf Folgendes:

In Folge der Durchschneidung eines Nervenstamms, d. h. in Folge der Trennung eines Theils seiner Aeste vom Nervencentrum, wird der Einfluss dieser Aeste auf die von ihnen versehenen Organe oder Organtheile aufgehoben. — Unterhalb der Durchschneidungsstelle schickt der Vagus Aeste zum Kehlkopf, zur Luftröhre, zu den Lungen, zum Oesophagus etc., also muss auch der Einfluss des Vagus auf diese Organe nach dessen Durchschneidung am Halse vernichtet werden. In der That ist denn auch nach dieser Durchschneidung eine Reihe von Functionsstörungen in diesen Organen gegeben:

a) Verengerung der Stimmritze bis zu dem Grade wie in der Leiche, Unfähigkeit der Stimmbänder, einerseits sich von einander zu entfernen, andererseits sich bis zur vollständigen Verschliessung der Stimmritze zu nähern;

b) Unempfindlichkeit der Tracheal- und Bronchialschleimhaut, so dass Reizung derselben nicht mehr die Reflexbewegung des Hustens verursacht;

c) Lähmung des Oesophagus, den man, weil seine Muskelfasern, ihres normalen Contractionsgrades (Tonus) beraubt, dem Druck, unter welchem die Speisereste im Magen sich befinden, nicht zu

widerstehen im Stande sind, häufig von regurgitirten Speiseresten ausgedehnt findet.

Auch in den Lungen finden sich demnach Veränderungen, welche sich auf Störungen theils im Gefässsystem theils im Lungengewebe selbst beziehen.

Die Erweiterung der Lungenbläschen kann, wie das Henle auch wirklich gethan hat, eben so gut auf die Lähmung ihrer Nervenfasern zurückgeführt werden als die Erweiterung des Oesophagus. Die Störungen im Gefässsystem dagegen sind ganz dieselben, wie die, welche nach Durchschneidung des Trigeminus in der Schädelhöhle oder nach Durchschneidung anderer Nerven eintreten. (Siehe Stilling: über Spinalirritation.) Denn Vermehrung des Blutgehalts in den Kapillargefässen, Stockung des Blutes in denselben und Exsudation der flüssigen Blutbestandtheile aus denselben — sind die drei Erscheinungen, auf welche (mit Ausschluss jener Erweiterung der Lungenbläschen) auch alle die Veränderungen, welche die Lungen in ihren physikalischen Eigenschaften nach Durchschneidung der Vagi erleiden, sich zurückführen lassen. Wie können wir also einen Augenblick daran zweifeln, dass die diesen drei Erscheinungen zu Grunde liegende Störung der Blutströmung der Vernichtung des Einflusses, den die Vagusfasern auf die Lungenblutgefässe ausüben, zuzuschreiben sei? dass also die Functionsstörungen im Kehlkopf, im Oesophagus, in der Trachea, in den Lungen Coëffecte einer und derselben Ursache, nämlich der Lähmung des unterhalb der Durchschneidungsstelle befindlichen Vagustheils seien?

Hierauf antwortet die zweite Hypothese, welche wir mit B. bezeichnen:

Woher kommt es dann aber, dass, wenn wir nach Durchschneidung der Vagi in die geöffnete Vorderwand der Trachea ein Röhrchen einlegen, also gestatten, dass in derselben Zeit mehr Luft in die Lungen treten kann als früher (durch die verengerte Stimmritze), — jene Veränderungen in den Lungen später als sonst eintreten, trotzdem doch die Lähmung der Vagi in beiden Fällen dieselbe bleibt? —

Hieraus wäre, sollte man meinen, eher zu schliessen, dass die Veränderungen im Lungengewebe von der Verengerung der Stimmritze abhängen.

Dass sie nicht ganz ausbleiben, was unter dieser Voraussetzung allerdings durch die Tracheotomie geschehen müsste, liegt an den Mängeln, welche dieser Operation nothwendig anhaften,

daran, dass durch sie die normalen Bedingungen nur unvollständig ersetzt werden.

Hr. Valentin, der diese Ansicht in seinem Werk: *de function. nervor. cerebral. etc.* § 117. entwickelt, hat es indess nicht für nöthig erachtet, in die Einzelnheiten der mit der Tracheotomie angestellten Versuche näher einzugehen, insbesondere anzugeben, wie er dazu gekommen, eben die Tracheotomie als ein den Eintritt jener Lungen-Veränderungen verzögerndes Moment zu erkennen. Und doch musste er durch ausführliche Auseinandersetzung der hierher gehörigen Versuche darthun, dass er sich vor jeder Täuschung sicher gestellt, wenn er uns zwingen wollte, die Hypothese A., welche keine schwachen Gründe für sich hat, zu verlassen und dafür die seinige anzunehmen. Diese von Hrn. Valentin gelassene Lücke ist, wenigstens scheint es auf den ersten Blick so, von Hrn. Mendelssohn, einem zweiten Anhänger der Hypothese B., ausgefüllt worden. Hr. Mn. theilt allerdings nicht ganz die Ansicht des Hrn. Valentin. Während Beide, worauf es uns freilich allein ankommt, darin übereinstimmen, dass sie die Veränderungen in den Lungen von der Verengerung der Stimmritze ableiten, sind sie über die Art, wie die Stimmritzenverengerung Hyperämie der Lungen erzeugt, ziemlich verschiedener Meinung. Hr. Valentin denkt sich, wie aus mehreren Andeutungen an der erwähnten Stelle hervorgeht, durch die in Folge der Stimmritzenverengerung verminderte Wechselwirkung zwischen atmosphärischer Luft und Blut zunächst die Mischung des durch die Lungen strömenden Blutes verändert und dadurch die Störung im Kreislauf herbeigeführt. Nach Hrn. Mendelssohn dagegen „muss wegen der Verengung der Stimmritze bei jeder Inspiration in gewissen Lungenpartien eine Luftverdünnung entstehen; diese Luft verhält sich daher zur Schleimhaut der Lunge, wie die unter einem trockenen Schröpfkopf;“ wie in diesem Falle (ergänzen wir für Hrn. Mn.) Hyperämie der darunter befindlichen Haut, so wird in jenem Falle, in Folge der Stimmritzenverengung, Hyperämie der Lungenschleimhaut gesetzt*).

*) Diese in einem dem Archiv für physiologische Medicin einverleibten Aufsatze enthaltene Ansicht, dass nämlich die Lungenaffection durch Luftverdünnung während des Einathmens entstehe, wie die Hyperämie der Haut unter einem Schröpfkopf, scheint Hr. Mn. wieder aufgegeben zu haben. Wenigstens finden wir in dem einige Monate darauf erschienenen Werke: der Mechanismus der Respiration und Circulation oder das explicirte Wesen der Lungenhyperämien, statt der erwähnten eine andere Hypothese, welche ein grosses Gewicht auf den verminderten Druck beim Ausathmen legt.

Für uns, wie gesagt, ist diese Differenz gleichgiltig, so lange nicht bewiesen ist, natürlich auf experimentellem Wege, dass die Verengerung der Stimmritze überhaupt ein wesentliches Moment zur Erzeugung der Strukturveränderung in den Lungen ist. Hr. Mn. also hat, um dies zu beweisen oder, was dasselbe, zur Widerlegung von A., zu ungefähr gleicher Zeit zweien Kaninchen die Vagi durchschnitten, dem einen derselben aber kurz vorher durch eine in die Trachea gemachte Oeffnung ein Röhrchen eingelegt. Das letztere Thier, welches nach neun Stunden getödtet wurde, zeigte vollkommen gesunde Lungen, während bei dem anderen, das um dieselbe Zeit gestorben war, die bekannten Veränderungen des Lungengewebes zu sehen waren. Diesem Versuch gegenüber könnten wir zunächst ein von Magendie in seinen *Leçons sur les phénomènes phys. de la vie* (*Tom. II.* 14te Vorlesung) niedergelegtes Experiment, das zu dem entgegengesetzten Resultat geführt hat, aufstellen. *Après avoir coupé*, heisst es daselbst, *la huitième paire de chaque côté, une ouverture fut partiquée à la trachée artère, et un tuyau placé dans la plaie, afin de tenir ses bords écartés; de cette manière*, sagt Magendie ausdrücklich, *l'air put sortir et entrer avec liberté.* — Nichtsdestoweniger fanden sich, wie der schon vorher ausführlich mitgetheilte Sectionsbefund zeigt, auch hier alle diejenigen Erscheinungen, welche die Lungen sonst nach der Durchschneidung der Vagi darbieten. Da hier indess nicht, wie in dem Versuch des Hrn. Mn., die Möglichkeit der Verstopfung des eingelegten Röhrchens, auf welche Hr. Mn. Gewicht legen könnte, berücksichtigt, wenigstens nicht ausdrücklich erwähnt ist, so übergehen wir den hier obwaltenden Widerspruch der Thatsachen gern als einen nur scheinbaren, durch Unvorsichtigkeit auf der einen Seite bedingten. — Aber, fragen wir dagegen, durch welchen von den Vorgängern des Hrn. Mn. ist denn der Zeitraum, in welchem diese Veränderungen in den Lungen eintreten müssen, so genau bestimmt worden, dass er die Möglichkeit ihres nachträglichen Erscheinens bei dem Thiere mit der geöffneten Trachea ohne Weiteres in Abrede stellen konnte? — Er selbst nennt uns Keinen, und von Versuchen, die Hr. Mn. selbst zu diesem Zwecke gemacht hätte, ist auch nichts gesagt. Im Gegentheil bemerkt Longet, dass der Zeitpunkt des Beginns der Lungenaffection sehr verschieden sei und von individuellen Umständen abzuhängen scheine. (*Le temps que ces lésions prennent à se former est d'ailleurs très variable et parait tenir à des circonstances individuelles.*) Auch in dem Doppelversuch des Hrn. Mn.

konnte, wie er zugeben muss, zufällig eine solche Verschiedenheit zwischen den beiden von ihm benutzten Thieren stattfinden, sein Resultat also ebenfalls ein rein zufälliges d. h. das Nichteintreten der Veränderungen bei dem einen Thiere von anderen Umständen als von der Tracheotomie bedingt gewesen sein. Wir müssen hierauf um so mehr bestehen, als wir uns selbst von der Wahrheit der Longet'schen Behauptung überzeugt haben. Aus dem folgenden Experiment geht hervor, dass bei Kaninchen mehr als neun Stunden nach Durchschneidung der Vagi verflosssen sein können, ohne dass die in Rede stehende Affection in ihnen zu finden ist.

Exp. I. Den 31. October Morgens 9 Uhr wurden zweien erwachsenen Kaninchen die Nn. vagi durchschnitten, Abends $6\frac{3}{4}$ Uhr beide durch Strychnin vergiftet. Während das eine die Affection in grosser Ausdehnung zeigte, waren bei dem anderen nirgends rothe luftleere Stellen in den Lungen sichtbar. Nur ist der linke Lungenflügel bedeutend umfänglicher, als der rechte; es wechseln erhabene weisse Bläschenaggregate mit vertieften Stellen, deren Lungenbläschengruppen durch hellrothe feine Linien geschieden sind. Der rechte Flügel hat grösstentheils die Färbung dieser vertieften Stellen; es sind nur wenige erhabene weisse Bläschengruppen an ihm wahrnehmbar. In der Trachea Speisereste.

Es kommt, wie man sieht, Alles darauf an, dass Hr. Mn. seinen Doppelversuch mehr als einmal gemacht und stets dasselbe Resultat erhalten hätte. Hr. Mn. behauptet dies allerdings (in einer Anmerkung p. 41) von allen seinen Versuchen, einschliesslich also auch, müsste man meinen, von dem Doppelversuch. Und doch lässt es sich aus seinem eigenen Werke beweisen, dass er gerade diesen letzteren nur einmal gemacht hat.

P. 26, 27, 28 nämlich, wo die Versuche mit der Tracheotomie nach Durchschneidung der Vagi beschrieben werden, finden wir neben dem genannten Doppelversuch noch folgende zwei Einzelversuche. Das eine Kaninchen, welchem am 3. Juni die Vagi durchschnitten und darauf die Tracheotomie gemacht wurde, lebte nur $2\frac{1}{4}$, das andere, bei welchem am 11. dieselben Operationen wiederholt wurden, nur $2\frac{1}{2}$ Stunden. Im ersteren Fall waren die Lungen ganz blassroth bis auf einige kleine rothe Flecke am unteren Rande der unteren Lappen; im zweiten waren sie an mehreren Stellen, besonders in der linken Lunge, etwas geröthet. Betrachten wir nun die in diesen Fällen vorhandenen Veränderungen der Lungen als Folgen der Vagidurchschneidung, so hätte die Tracheotomie

nicht den verlangten Erfolg gehabt. Hr. Mn. muss also annehmen, dass in Fällen ohne Tracheotomie die Veränderungen in 2½ Stunden schon bedeutender und umfänglicher sind. Aber die Richtigkeit dieser Annahme hat Hr. Mn. durch nichts erwiesen. Es ist also klar, dass, wenn Hr. Mn. auch nur einen Doppelversuch mehr gemacht hätte, er diesen als offenbar mehr beweisend eher angeführt haben würde, als jene beiden durchaus bedeutungslosen einfachen Versuche.

Doch Hr. Mn. bietet uns noch einen Beweis gegen die Hypothese A., nämlich das Resultat, welches sich nach Excision nur eines Vagus (am Halse) bei Kaninchen herausstellt.

Dieser Versuch ist schon vor Hrn. Mn. zu wiederholten Malen, aber an Hunden, gemacht worden. Das Nähere darüber findet sich in dem zweiten Bande des bereits citirten Werkes von Longet. Longet hat bei Thieren, denen er den einen Vagus excidirt hatte (*après la résection d'un seul nerf pneumo-gastrique*), die diesem entsprechende Lunge drei Tage, eine Woche, zwei Wochen, endlich sechs Wochen nach der Operation untersucht. Am dritten Tage fand er sie (die Lunge) vollkommen durchgängig, aber emphysematös in ziemlich grosser Ausdehnung; am siebenten Tage zeigte die Lunge weniger Emphysem und eine ziemlich grosse Anzahl offenbar (womit?) infiltirter Stellen (*points manifestement engorgés*), insbesondere gegen die Spitze hin; am Ende der zweiten Woche konnte er die Lunge zwar noch aufblasen, aber sie war durch eine ziemlich verbreitete Infiltration (*engouement assez généralement reparti*) weniger durchgängig, als die der entgegengesetzten Seite (soll unbedingt so viel heissen, dass sie nicht bis zu dem gewöhnlichen Umfang aufgeblasen werden konnte und stellenweise geröthet war), in den Luftwegen überdies eine etwas grössere Menge schaumigen Schleims angesammelt, als in denen der anderen Lunge; nach sechs Wochen hatten mehrere Stellen vollständig ihre Durchgängigkeit für die Luft und für das Blut verloren; doch liessen einzelne Läppchen sich noch leicht durch die Trachea aufblasen. Die Schnittfläche zeigt, dass das Organ (*viscère*) theilweise seinen zelligen (*aréolaire*) Bau verloren, und von derselben ergiesst sich eine schaumige und röthliche Feuchtigkeit; die kranke Lunge hat eine im Allgemeinen dunklere Färbung als im normalen Zustande.

An diese eigenen reiht Longet die Versuche von Jobert, der (in welcher Zeit nach der Durchschneidung ist von ihm nicht angegeben worden) die Lungenbläschen der entsprechenden Lunge verstopft, die Lunge atrophirt (?) und weit weniger knisternd ge-

funden hatte, als die der anderen Seite; ferner die Versuche von Descot und Beclard, welche zwei Monate nach Durchschneidung des linken Vagus bei einem Hunde vier bis fünf Unzen purulenten Serums in der linken Pleurahöhle, die linke Lunge von Blut angeschoppt (*gorgé*) und an der äusseren Fläche des oberen Lappens einen Eiterheerd fanden und angeben, dass die linke Lunge in Wasser theilweise unter den Spiegel sich gesenkt habe, während die rechte vollständig über demselben geblieben sei; endlich die Versuche von Magendie, welcher Gelegenheit hatte, die Lungen von Hunden zu untersuchen, denen er drei Monate vorher einen Vagus durchschnitten; hier fand sich, sagt Magendie, die entsprechende Lunge in einem solchen Zustande, dass sie nicht mehr für die Athmung tauglich war. Zählen wir alle zusammen (mit der Annahme, dass Magendie wenigstens zwei gemacht), so haben wir im Ganzen acht Versuche, welche das übereinstimmende Resultat ergeben: dass nach Durchtrennung des einen Vagus am Halse (wir gebrauchen diesen allgemeinen Ausdruck, weil wir nicht wissen, ob alle die angeführten Beobachter gleich Longet excidirt haben) die dem verletzten Vagus entsprechende Lunge eine Reihe von Veränderungen erleide, welche, wie die nach Durchschneidung beider Vagi, ebenfalls auf eine Störung in der Blutströmung mit ihren Folgen zurükzuführen sind. (Von dem Emphysem, das Longet im ersten Falle beobachtet, an einem späteren Ort; hier genügt es, darauf aufmerksam zu machen, dass das Emphysem auch nach Durchschneidung beider Vagi stellenweise auftrete.) — Das diesem widersprechende Ergebniss dreier Versuche Dupuytren's an zwei Hunden und einem Pferde erklärt Longet dadurch, dass, da blosse Durchschneidung stattgefunden (in der That spricht D. nur von *couper*), die beiden Nervenstücke in Berührung geblieben seien oder eine leitungsfähige Zwischensubstanz sich gebildet habe. Offenbar begründen also diese Versuche wenigstens keinen direkten Widerspruch. Dagegen könnte dies allerdings von einem anderen in den *leçons sur les phénomènes etc.* mitgetheilten Versuche Magendie's scheinen. Es handelt sich hier um den Befund bei einem Thiere (resp. Hunde), dem vor sechs Monaten der rechte Vagus am Halse excidirt worden war. Noch vorher wird auch hier von Mag. ausdrücklich bemerkt: dass man in dem Falle der Durchschneidung (soll wohl heissen: Excision) nur eines Vagus nach einigen Tagen die Lunge bedeutend (*profondément*) verändert und häufig in eine hepatisirte Masse verwandelt finde. Nichtsdestoweniger zeigen sich, ganz gegen die Erwartung Magendie's, beide

Lungen vollständig gesund; nicht der geringste Unterschied zwischen rechter und linker, trotzdem man sich durch sorgfältige Blosslegung überzeugt hatte, dass fast 1½ Zoll vom Halstheil des rechten Vagus waren weggeschnitten worden. Aber man höre, was Magendie weiter von den Veränderungen an der Stelle der Excision sagt. Das obere Ende des Nerven ist aufgetrieben, rundlich, hart, so dass man es mittelst der Finger nicht zusammendrücken kann; das untere Ende zeigt auch eine Art olivenförmiger Anschwellung, aber diese ist weniger umfänglich, weicher und schlaffer. Obgleich 1½ Zoll des Nerven waren weggeschnitten worden, ist doch seine Continuität nicht unterbrochen, denn seine beiden Enden erscheinen durch eine wahrhafte Narbe, durch einen (dem äusseren Ansehen nach) cellulo-fibrösen Strang vereinigt. (*Bien qu'un pouce et demi du nerf ait été retranché, sa continuité n'est pourtant point interrompue, car ses deux extremités paraissent réunies par une véritable cicatrice. Vous voyez en effet, qu'il existe entre elles un cordon cellulo-fibreux.*) Welches ist, fragt nun M., die eigentliche Beschaffenheit dieser Narbe? Ist in ihr Nervensubstanz enthalten? Oder ist sie lediglich dem fibrösen Narbengewebe nach Zerreissung der Sehnen u. s. w. analog?

Für unseren Zweck genügt es, zu wissen, dass in der That die Verbindung der durch Excision eines Stücks getrennten Theile eines Nervenstammes möglich ist, dass die beide verbindende Narbensubstanz wirklich Nervenfasern enthalten und somit selbst nach Excision eines Stücks die Leitung vom Nervencentrum nach der Peripherie (oder umgekehrt) sich wiederherstellen kann. (Siehe Valentin Bd. I. p. 702.) Sobald aber diese Möglichkeit bewiesen ist, steht nichts der von Magendie selbst gegebenen Auslegung seines Befundes entgegen, nämlich der, dass die in Folge der Excision des Vagus auch hier eingetretene Erkrankung des entsprechenden Lungenflügels sich gehoben habe, als die Leitung zwischen dem oberen und unteren Stück wieder hergestellt war. Und dann würde der Versuch, statt im Widerspruch mit den oben erwähnten acht Thatsachen zu stehen, eher zur Bestätigung derselben dienen. Denn in der That hat dieses Thier weit länger als die anderen, welche derselben Operation waren unterworfen worden, gelebt; der längste Zeitraum, welcher bei letzteren zwischen der Operation und dem Tode lag, beträgt nur die Hälfte desjenigen, welcher in jenem Falle nach der Excision des Vagus verflossen war. Was innerhalb dreier Monate oder gar innerhalb noch kürzerer Zeiträume nicht möglich war, nämlich die vollständige Ausbildung einer leitungs-

fähigen Zwischensubstanz, konnte wohl in sechs Monaten zu Stande gekommen sein. Valentin bemerkt (p. 703) sogar ausdrücklich, „dass selbst bei höheren Thieren dieser Wiederzeugungsprozess meist einen Zeitraum von mehreren Monaten erfordere, so dass daher z. B. Kaninchen nicht selten eher sterben, bevor ihre durchschnittenen (soll nach dem Vorhergehenden heissen: excidirten) Nerven ergänzt erscheinen." Das Resultat jener acht Versuche ist also eben so wenig, wie durch die drei Versuche Dupuytren's, durch den letzten Versuch Magendie's gefährdet. Es stehen sich nicht verschiedene Erfolge unter gleichen Bedingungen ausgeführter Experimente entgegen, was die Glaubwürdigkeit der einen oder der anderen schwächen müsste, sondern es bestehen, wie die sorgfältige Analyse anscheinend sich widersprechender Thatsachen so häufig nachweisen kann, auch hier nur verschiedene Wirkungen verschiedener Ursachen neben einander.

Das Ergebniss der acht Versuche ist aber nichts als eine durch die Erfahrung bestätigte Folgerung der Hypothese A.

Denn wenn die nach Durchschneidung beider Vagi auftretende Lungenaffection die unmittelbare Folge der Lähmung der zur Lunge gehenden Vagusfasern ist, so musste sie nothwendigerweise auch dann, wenn nur ein Vagus excidirt worden, und zwar in dem gleichnamigen Lungenflügel, erscheinen.

Der also befestigten Hypothese nun stellt Hr. Mn. das Ergebniss seiner an Kaninchen gemachten Versuche entgegen.

Das übereinstimmende Resultat dieser Versuche ist, dass nach Ausschneidung grosser Stücke aus dem Halstheil des rechten oder linken Vagus und trotzdem keine Vereinigung zwischen dem oberen und unteren Ende stattgefunden hatte, beide Lungen (selbst zwei Monate nach der Operation) sich vollkommen unverändert zeigten.

Offenbar wäre dies Resultat, wenn es allein dastände, an sich hinreichend, die Hypothese A. als eine nichtige zu erweisen!

Aber es fragt sich eben, was es dem entgegengesetzt lautenden Resultat der früheren Experimente gegenüber beweist.

Sollte es sich auch hier, wie bei dem letzten Magendie-schen Experiment, wirklich um einen nur scheinbaren Widerspruch handeln?

Hr. Mn. scheint dies — wie wir aus einer Stelle seines Werkes schliessen — in der That zu glauben.

Sein Versuch, meint er daselbst p. 45, sei „um so beweisender, als bei Kaninchen der N. vagus vom N. sympathicus getrennt ist, man also den ersteren durchschneiden kann, ohne den anderen zu verletzen, was bei Hunden nicht möglich ist.“ — Hr. Mn. leitet hiernach den verschiedenen Erfolg jener an Hunden gemachten Versuche von der gleichzeitigen Verletzung des Sympathicus ab. Das heisst: die in dem einen Lungenflügel eingetretenen Veränderungen sind, nach Hrn. Mn., nicht eine Folge der Lähmung der zu den Lungen gehenden Vagusbündel, sondern der Lähmung des Sympathicus. Und nicht einmal des Sympathicus, sondern nur einiger Fasern dieses Nerven — derjenigen, die bei Isolirung des Vagus nothwendig verletzt werden, — da Longet (wie p. 595 Tom. II. von ihm versichert wird) in der That mehrere Male den vorher vom Sympathicus isolirten Vagus excidirt hat, ohne ein von dem genannten abweichendes Resultat zu erhalten. — Hieraus aber würde folgen, dass der Sympathicus einen sehr bedeutenden Einfluss auf die Strömung des Blutes durch die Lungengefässe habe — denselben Einfluss, welchen die Hypothese A. dem Vagus zuschreibt. In wiefern nun diese Folgerung mit der Erfahrung übereinstimmt, zeigt uns die folgende Stelle aus Müller's Physiologie (3te Auflage): „Von Dupuytren, heisst es daselbst p. 348, waren beim Pferde beide Nerven *(i. e. vagus u. sympathicus)*, in Emmert's Versuchen an Kaninchen und Vögeln war dagegen bloss der N. vagus durchschnitten worden. Dass indess dies keinen besonderen Einfluss haben kann, geht aus Pommer's Versuchen hervor, nach welchen die Durchschneidung des N. sympathicus auf beiden Seiten am Halse ganz ohne wichtige Folgen ist. Diese Versuche wurden bei Kaninchen und Hunden, bei letzteren so gemacht, dass die Scheide, welche den Sympathicus und Vagus einschliesst, geöffnet und der Sympathicus allein durchschnitten wurde. Die Thiere zeigten hier bis zur siebenten und achten Woche, so lange sie beobachtet wurden, keine wichtige Veränderung.“ Es ist dies, wie wir p. 198 desselben Werkes lesen, ein aus dreizehn Versuchen gezogenes Resultat.

Wir glauben kaum, dass es hiernach noch Jemandem einfallen könnte, die Verschiedenheit zwischen den Resultaten des Hrn. Mn. und seiner Vorgänger dem Sympathicus zuzuschreiben. Dessen Unschuld ist, dünkt uns, nie klarer bewiesen worden.

Haben wir aber in der That zwei Reihen von Thatsachen vor uns, welche in unvermitteltem Widerspruch zu einander stehen,

so kann auch von gültigen, unbestreitbaren Schlüssen aus der einen oder anderen keine Rede sein.

Hr. Mn. musste die ihm widersprechenden Thatsachen auf genügende Weise erklärt, auf genügende Weise gezeigt haben, warum sie nichts beweisen, oder durch eigene zahlreichere Versuche an Hunden die Resultate der Gegner überhaupt als unwahr dargethan haben, wenn sein Resultat der Hypothese A. gegenüber den verlangten Werth haben und sie vollständig widerlegen sollte.

Wie die Sachen jetzt stehen, können wir höchstens so viel zugeben: dass die acht Experimente eben so wenig für diese Hypothese, als die des Hrn. Mn. gegen sie beweisen.

Nicht minder schwach ist der directe Beweis, welchen Hr. Mn. zu Gunsten der Hypothese *B.* beigebracht hat; wir meinen das Resultat der Excision der Laryngei inferiores.

Nach Excision beider Nn. recurrentes, sagt Hr. Mn. p. 49 seines Werkes, erfolgt, wenn auch später als nach Excision der Nn. vagi, dieselbe Erkrankung in den Lungen, woraus geschlossen werden muss, dass die Lähmung dieser beiden Nerven, welche nach Excision der Nn. vagi am Halse eintritt, ein wesentliches Moment bei Hervorbringung der besprochenen Lungenaffection ist.

„Da aber (fährt Hr. Mn. p. 53 fort) aus anatomischen und auf experimentellem Wege nachgewiesenen Thatsachen hervorgeht, dass die nächste Folge der Paralyse der Nn. recurrentes die Lähmung derjenigen Muskeln ist, welche die Stimmritze bei der Inspiration erweitert halten, so dass, wenn dieselben unthätig werden, die Giesskannenknorpel und die Stimmbänder durch jede Inspiration (d. h. durch einen Luftstrom, welcher von oben her einen Druck auf sie ausübt) einander genähert werden, und die Stimmritze hierdurch verengert wird, so muss die Lungenaffection als Folge der geringeren Quantität Luft betrachtet werden, welche bei jeder Inspiration in diesem Zustande in die Lungen gezogen werden kann.“

Hr. Mn. behauptet also, kurz gesagt: dass die Lungenaffection, welche nach Excision der Vagi eintritt, desshalb von der Verengerung der Stimmritze abhängt, weil dieselbe Affection des Lungengewebes auch nach Excision der Laryngei inferiores, die gleichfalls eine Verengerung der Stimmritze zur Folge hat, sich vorfindet.

Darauf antworten wir: 1) dass die Excision der Laryngei inferiores nicht bloss eine Verengerung der Stimmritze zur Folge hat, sondern auch die Unfähigkeit der Stimmritze, sich beim Schlin-

gen u. s. w. vollständig zu schliessen. Mit demselben Rechte also, als Hr. M. die Lungenaffection von der Verengerung, können wir sie von der Schliessungsunfähigkeit der Stimmritze abhängig machen. Wir sagen, mit demselben Rechte, so lange Hr. M. nicht durch directe Experimente bewiesen hat, dass gerade und nur die Verengerung das Wirksame sei. Aber eben dies hat Hr. M. nicht bewiesen. Im Gegentheil haben seine Versuche mit Verengerung der Luftröhre keine derartige Lungenaffection, wie sie nach Durchschneidung der Vagi eintritt, zur Folge gehabt. Doch 2) gesetzt auch, Hr. M. hätte den Beweis geliefert, dass die Lungenaffection nach Excision der Recurrentes von der Verengerung der Stimmritze bedingt sei, so folgte daraus allein offenbar noch nicht, dass die Lungenaffection nach Duchschneidung der Vagi ebenfalls davon bedingt sei.

Hr. M. selbst sagt uns, dass die Lungenaffection nach Excision der Recurrentes später eintrete, als die nach Durchschneidung der Vagi. — Wie könnte das sein, wenn beide von der Verengerung der Stimmritze bedingt wären, da doch die Verengerung in beiden Fällen zu gleicher Zeit eintritt und von gleichem Grade ist? — Wie kann eine und dieselbe Ursache verschiedene Wirkungen haben?

Eine dritte Hypothese über die Ursachen der Lungenerkrankung nach Durchschneidung der Vagi hat neuerlichst Hr. Volkmann aufgestellt. Sie findet sich in dem Artikel: Nervenphysiologie des Wörterbuchs von R. Wagner. „Die pathologische Veränderung der Lungen nach Durchschneidung der beiden herumschweifenden Nerven, heisst es daselbst (Bd. II. p. 587), scheint Folge des verlangsamten Athmens zu sein, und dieses wieder dürfte davon abzuleiten sein, dass das Athmen eine Reflexbewegung ist, die zwar nicht ausschliesslich, aber doch vorzugsweise vom zehnten Paar eingeleitet wird." — Und warum scheint dies Hrn. Volkmann so? Soll nicht, wie „Sorgen graue Haare und Liebeskummer bei jungen Mädchen Bleichsucht erzeugen (l. c. p. 478)", die Niedergeschlagenheit, welche Hr. V. und Andere nach Durchschneidung der Vagi bemerkt haben wollen, eben so gut als Ursache der Lungenerkrankung angenommen werden können, so muss man füglich fragen, aus welchen Thatsachen glaubte Hr. V. schliessen oder auch nur vermuthen zu dürfen, dass es gerade die verminderte Anzahl der Athemzüge sei, welche die Lungenaffection bedinge? Ich habe mich vergeblich bemüht, solche Thatsachen in dem Aufsatze des Hrn. V. aufzufinden.

Fassen wir das bisher Gesagte kurz zusammen, so ist

1) die Hypothese A., welche sich auf die Analogie des Trigeminus stützt, bis jetzt nicht widerlegt;
2) die Hypothese B. ohne thatsächliche Grundlage;

und hieraus folgt:

3) dass die neueren Forschungen über die Ursachen der Veränderungen, welche das Lungengewebe nach Durchschneidung der Vagi erleidet, ohne bestimmtes Ergebniss geblieben, höchstens als Befreiungsversuche von der Hypothese A. zu betrachten sind.

Was wir gewonnen haben, ist lediglich der Gedanke, dass die Lungenerkrankung nicht unmittelbare Folge der Nervenlähmung zu sein brauche, sondern erst mittelbar von einer derjenigen Veränderungen, welche ausserdem in Folge der Vagidurchschneidung gesetzt worden, bedingt sein könne. Aber damit dieser Gedanke zur Erkenntniss der wirklichen Ursachen jener Affection führe, bedarf es, wie man sieht, einer neuen Reihe von Versuchen, welche sicherere Schlüsse zulassen als die bisher gemachten. Und andererseits müssen alle Umstände in Betracht gezogen werden, welche die Affection möglicherweise hervorrufen können. Das willkürliche Herausgreifen eines einzelnen, mit Vernachlässigung der übrigen, hat nicht minder zur Erfolglosigkeit der bisherigen Forschungen beigetragen.

Vor Allem waren wir zunächst darauf bedacht, einen sicheren, unumstösslichen Beweis gegen die Hypothese A. zu liefern. Indem wir die zum Theil sich widersprechenden Aussagen unserer Vorgänger über die Wirkungen der Tracheotomie nach Durchschneidung der Vagi vor Augen hatten, mussten wir diese Operation von vorn herein als eine zu einem solchen Beweise ungeeignete verwerfen*). Wir hatten ein Verfahren zu erdenken, durch welches alle Bedingungen, welche eine Veränderung im Lungengewebe bewirken können, ausgeschlossen werden, mit Ausnahme der Lähmung der Vagi. Dieses musste sicherere, beständigere Erfolge haben, als die Tracheotomie, durch welche nur eine jener Bedingungen aufgehoben wird, nämlich die Stimmritzenverengerung.

Statt nun (entsprechend dem Verfahren bei der Tracheotomie am Menschen) ein Röhrchen in eine Oeffnung der vorderen Tra-

*) Aus den weiter unten mitgetheilten Versuchen werden wir die Ursachen jener Widersprüche in den Aussagen über die Wirkung der Tracheotomie ersehen.

chealwand zu legen, befestigen wir die in der Mitte des Halses quer durchschnittene Trachea selbst (natürlich den unteren Abschnitt) in einer $\frac{3}{4}$ Zoll langen Röhre, deren Durchmesser wenigstens um eine Linie den der Trachea übertraf, so dass diese letztere in das Innere der Röhre hineingeschoben werden konnte, ohne Beeinträchtigung ihrer Lichtung. An dem oberen gekrümmten Ende der Röhre befindet sich eine 1 Zoll hohe, $1\frac{1}{2}$ Zoll breite Schutzplatte, welche das Hineinfliessen des Wundsecrets in die Höhle der Röhre verhindern soll und gleichzeitig zur Befestigung derselben um den Hals des Thieres dient.

Auf diese Weise ist 1) der Verkehr zwischen dem Athmungs- und dem Verdauungs-Apparat *vollständig* unterbrochen, also Alles abgehalten, was, wegen Schliessungsunfähigkeit der Stimmritze, aus dem Schlunde in die Trachea und in die Lunge gelangen könnte; wogegen 2) der Zutritt der atmosphärischen Luft durch eine dem Lumen der Trachea gleiche Oeffnung stattfindet.

Wir lassen die einzelnen Experimente folgen:

Exp. II. Den 22. Okt. 1844. Einem grossen, schwarzen, weiblichen Kaninchen, dem vor mehreren Wochen beide Carotiden waren unterbunden worden, wurden gestern gegen 3 Uhr Nachmittags die Vagi durchschnitten; darauf die $\frac{1}{3}$ Zoll unterhalb des Larynx durchschnittene Trachea in dem Röhrchen befestigt. Das Thier lebte fast 24 Stunden. Die Section wurde ein paar Minuten nach dem Tode unternommen; das Herz zog sich noch, wenn auch schwach zusammen. Oesophagus stark ausgedehnt von grünem Brei, der auch durch den Kehlkopf in den oberen Abschnitt der Trachea getreten und, zu beiden Seiten des Röhrchens, am Halse heruntergelaufen war. Die Schleimhaut des im Röhrchen befestigten Theils der Trachea tief und gleichförmig geröthet. Die Lungen lassen sich vollständig aufblasen. Sie waren vor dem Aufblasen von folgender Beschaffenheit: (bis auf die anzuführenden emphysematösen Partieen) gleichmässig hellroth, *ziegelfarbig* und, besonders reichlich die unteren Lappen, mit kaum stecknadelknopfgrossen, intensiv schwarzen Punkten an der Oberfläche und im Innern versehen. Die vordere (grössere) Hälfte des *linken* oberen Lappens weiss, stark emphysematös; in demselben ein hirsekorngrosses, gelbliches, sehr hartes Körperchen; ein eben so beschaffener, erbsengrosser, rundlicher Körper mit glatter Schnittfläche — der während des Aufblasens sein Volumen beibehielt — im oberen äusseren Rande des linken unteren Lappens. Vom *rechten* Lungenflügel enthielt nur der obere Lappen ein wie die eben genannten beschaffenes, hirse-

korngrosses Körperchen; auch die vordere Partie dieses Lappens war, aber in geringerer Ausdehnung und in geringerem Grade, als die des entsprechenden linken, emphysematös.

Dunkelroth, derb und luftleer war eine nur kleine Partie von unregelmässigem Umfange in der hinteren Hälfte des linken oberen Lappens; dieselbe liess sich vollkommen aufblasen, bekam aber beim Zusammenfallen wieder eine, wenn auch weniger intensiv rothe Färbung.

Exp. III. Den 13. Juni 1845. Gestern wurde einem erwachsenen Kaninchen, welches nach dem Aufbinden 144, nach Durchschneidung der Vagi aber nur 30 Athemzüge in der Minute machte und Costalrespiration zeigte, die hierauf in der Mitte des Halses durchschnittene Trachea in demselben Röhrchen befestigt. Es lebte mehr als 22 Stunden nach der Operation. An der Wand der Luftröhre ein weiches, langes Blutgerinnsel, sehr wenig Schaum in den Luftwegen. Das Aussehen des Lungengewebes normal; nur fiel der rechte Lungenflügel nach der Eröffnung des Thorax nicht so stark zusammen als gewöhnlich; nirgends luftleere oder geröthete Stellen. Die Lichtung des im Röhrchen gelegenen Theils der Luftröhre stark verengert.

Exp. IV. Den 2. Dec. 1844. Vorgestern Nachmittags gegen 3 Uhr dieselbe Operation bei einem erwachsenen Kaninchen; das Thier lebte bis heute Morgen gegen 9 Uhr, also 36 Stunden nach der Operation. Die Section Abends 6½ Uhr (es hatte in einer kalten Küche gelegen): das Lumen der Luftröhre, so weit sie sich im Röhrchen befand, durch ein vertrocknetes Blutgerinnsel verengert. Lungen vollkommen lufthaltig und normal gefärbt, bis auf einen schmalen, ungefähr 1 Linie breiten, vertieften, bläulichrothen Streifen an dem hinteren Rande des rechten unteren Lungenlappens. Derselbe verschwand beim Aufblasen, kam aber, obgleich weniger stark, beim Zusammensinken der Lunge wieder zum Vorschein (vielleicht durch Druck vom ausgedehnten Oesophagus entstanden!). An verschiedenen Theilen des Lungengewebes waren die Lungenbläschen zu enormer Grösse entwickelt, besonders an den unteren (Zwerchfells-) Rändern beider Lungen und an dem ganzen Lappen der rechten Lunge, welcher unter dem Herzen liegt†). In diesem Versuch war der obere Abschnitt der Trachea tamponirt worden.

---

†) Sollte das echte vesiculäre Lungenemphysem hier, wie in einigen anderen ähnlichen Versuchen, mit der durch das vertrocknete Blutgerinnsel bewirkten Verengerung der Luftröhre zusammenhängen? — Ich behalte mir vor, in späteren Versuchen auf diesen Punkt zurückzukommen.

Exp. V. Den 22. Juli 1845. Einem dunkelgefärbten, mittelgrossen Kaninchen wird in der vorderen Trachealwand eine, unterhalb des Larynx beginnende, $1\frac{1}{4}$ Zoll lange, ungefähr 2 bis $2\frac{1}{2}$ Linien breite Oeffnung gemacht. Man sieht von unten her die Stimmritze auf das deutlichste; sie hat die Gestalt eines in die Länge gezogenen, regelmässigen Fünfecks, dessen unpaariger Winkel dem Rücken des Thieres zugekehrt ist. (Das Thier ist auf den Rücken gebunden.) Deutliche Bewegungen der Stimmritzenschenkel, Erweiterung der Stimmritze beim Ein- und Verengerung beim Ausathmen; beide folgen sehr rasch auf einander, bisweilen sind sie undeutlich wahrzunehmen. So oft die Sonde an die Stimmritzenbänder oder in die nächste Umgegend derselben gebracht wird, Verschliessung der Stimmritze; diese Wirkung bleibt öfter aus, nachdem die Reizungsversuche häufig gemacht waren. 208 nur mühsam zu zählende Athemzüge. Nach der hierauf gemachten Durchschneidung beider Vagi: *a)* Verengerung der Stimmritze um mehr als die Hälfte, so dass sie nur einen schmalen Spalt darstellt, *b)* vollkommene Unbeweglichkeit der Stimmbänder, *c)* nur 136 Athemzüge. — Hierauf Befestigung der unterhalb der grossen Oeffnung abgeschnittenen Trachea in dem Röhrchen.

Nachdem das Thier, das über eine Stunde zu dem Versuche gedient hatte, auf die Füsse gestellt war, konnten die Athemzüge wegen der Schnelligkeit, mit der sie sich folgten, und wegen ihrer Flachheit (der zu geringen Excursion der Bauchwand) nicht mehr gezählt werden. Das Thier wurde $24\frac{1}{4}$ Stunden nach dieser Operation durch Strychnin. nitric. getödtet. — Section: Der vordere Theil des Halses war grösstentheils durch eine Schicht zäher, klebriger (schleimiger) Flüssigkeit, in welcher ein schmutzig grüner Brei suspendirt ist, verunreinigt. Diese Masse war, wie aus ihrer Anwesenheit in diesen Theilen hervorging, durch den Kehlkopf und die Trachea (aus dem Schlunde) gekommen. Der Oesophagus zur Dicke einer starken Gansfederspule aufgetrieben von einem dicken, grünen Brei, der ihn der ganzen Länge nach ausfüllt. Die Vagi waren, wie eine genaue Präparation zeigt, vollkommen getrennt. Das Lumen der Trachea, so weit sie in der Röhre verlief, durch vertrocknetes Blut und Schleim verengt, so dass es höchstens von einem starken Hirsekorn hätte passirt werden können. In dem freien Theil der Trachea (unterhalb des Röhrchens) nichts von jener grünen Masse, welche sich im Kehlkopf gefunden hatte. Die Schleimhaut nicht injicirt. Die Lungen von normalem Umfange. Nirgends eine dunkelrothe luftleere Stelle. Vollständige Aufblas-

barkeit wie im normalen Zustande. Der rechte und der untere Theil des linken Lungenflügels sind blass rosenroth, das Uebrige gelblich-weiss. Nirgends weder Flecke, noch Striche, noch Punkte von rother Färbung. Das Thier war die ganze Zeit nach der Operation in einem eigenen, reinen Behältniss geblieben, so dass es nichts geschluckt haben konnte, als die aus dem Oesophagus regurgitirten Massen oder seine eigenen Faeces.

Exp. VI. Den 9. August. Gestern um 10 Uhr Vormittags wurden einem grossen, schwarzen, trächtigen Kaninchen die Vagi durchschnitten, darauf der untere Theil der mitten am Halse quer durchschnittenen Trachea in dem Halse einer Gummiflasche befestigt, deren Bauch an der dem Halse des Thieres entgegengesetzten Seite eine ½ Zoll hohe, fast 1 Zoll breite Oeffnung hatte. Das Thier machte, auf den Rücken gebunden:

	Athemzüge in der Minute
vor Durchscheidung der Vagi	88
nach - - des rechten Vagus . . .	76
- - - - linken - . . .	60
drei Minuten nach Durchschneidung der Luftröhre, wobei das Thier durch das Lumen derselben ein- und ausathmete (Costo-Abdominalinspiration)	40
10 Minuten darauf (immer noch aufgebunden) .	50
um 12¼ Uhr im Stehen	76
nicht tiefe, gewöhnliche Inspirationen.	
um 3¾ Uhr Nachmittags	62
um 10½ Uhr Abends	60
heute Morgen 9 Uhr	38

und zwar ohne den Mund beim Einathmen zu öffnen. Das Thier befindet sich seit gestern Vormittag immer auf derselben Stelle, auf einem Stuhle. Kaninchen, welche grosse Athemnoth hatten, waren immer herunter gesprungen (wie z. B. die, welchen das Röhrchen mit dem Obturator, wovon später, in die Trachea war gelegt worden).

Tod um 12½ Uhr Mittags. Section 10 Minuten vor 5 Uhr. Das Thier hat also 26½ Stunden gelebt. (Es war ein Stück Schwamm als Tampon in das obere Stück der Trachea gebracht worden.) Die Mündung des unteren Stückes, welches in den Bauch der Gummiflasche hineinragte, war durch vertrocknetes Blut etwas verengt. Die Schleimhaut, welche die hintere Wand der Luftröhre überzieht, zunächst der Mündung in der Ausdehnung von 3—5 Linien blauroth

injicirt. Keine Flüssigkeit in den Luftwegen. Lungen von normalem Umfang. Die linke röther als die rechte (das Thier hatte nach dem Tode bis zur Section auf der linken Seite gelegen). An der Oberfläche, ausser *a)* zahlreichen hervorragenden Gruppen stark ausgedehnter Lungenbläschen und *b)* mehreren, 4 – 5 hanfkorngrossen (einem erbsengrossen) scharlachrothen, runden, durchs Aufblasen nicht verschwindenden Flecken an den unteren Lappen, nichts Anomales. Auch die Schnittflächen verhalten sich wie im normalen Zustande. Man hatte sich, vor Eröffnung der Brust, von der vollständigen Trennung der Vagi überzeugt.

Stellen wir diesen Versuchen andere gegenüber, in denen nur die Vagi waren durchschnitten worden.

Exp. VII. Den 3. Oct. 1844. Ein mittelgrosses, männliches Kaninchen, dem gestern die Vagi durchschnitten worden, verendete heute Vormittag, 19 Stunden nach der Operation.

In der Trachea eine grosse Menge weisser, schaumiger Flüssigkeit; die Lungen umfänglicher als normal (nach Eröffnung des Thorax); die vorderen, mittleren Abschnitte in grossem Umfange dunkelroth, derb anzufühlen; nur zum kleineren Theil aufblasbar; die nicht aufzublasenden Stellen blieben dunkelroth, zeigten auf dem Durchschnitt, von dem viel serös-dünne röthliche Flüssigkeit abfloss, derbe, weissgraue, fein granulirte Inseln von unregelmässigem Umfange, bis zu Hanfkorngrösse. Die körnige Beschaffenheit auf dem Riss noch deutlicher. Diese Inseln sassen innerhalb eines dunkelrothen, luftleeren Gewebes, dessen Fläche sie deutlich überragten. An den übrigen Lungentheilen sah man mehr oder weniger umfängliche rothe Flecken von derselben Beschaffenheit wie die mittleren Partieen, welche durch das Aufblasen von der Trachea aus blässer wurden; innerhalb der unaufgeblasen gebliebenen zeigten sich auf dem Durchschnitt ebenfalls die beschriebenen weissgrauen Massen. Das Gewebe, innerhalb dessen diese rothen Flecken sich vorfanden, hatte eine gelbliche, ins Röthliche spielende Farbe und war von schmutziger, röthlicher Flüssigkeit infiltrirt. Die Herzhöhlen, auch die linke, waren vollgestopft von schwarzen derben Blutgerinnseln, wie auch die Jugularvenen. Oesophagus an Dicke um Bedeutendes eine Gansfederspule übertreffend, von Rothkohl prall ausgedehnt.

Exp. VIII. Den 9ten wurden einem grossen, weissen Kaninchen beide Vagi durchschnitten; vor der Operation machte es in der Ruhe, während des Stehens, 120—130 Athemzüge; auf den Rücken gebunden 84; unter derselben Bedingung nach der Operation 32;

losgebunden, auf den Füssen, 44. Es hatte wenigstens 7 und höchstens 15 Stunden gelebt (da es in der Nacht gestorben war).

Oesophagus, wie in den früheren Versuchen, ausgedehnt; der Inhalt des oberen Theils bestand unter Anderem aus zusammengeballten Haaren und war grünlich. In der Trachea viel schaumige Flüssigkeit; die Schleimhaut derselben, am reichlichsten zwischen den Knorpelringen, injicirt; die injicirten Gefässe, mit blossen Augen einzeln zu unterscheiden, blauroth. Die Injection verschwindet durch öfteres Darüberstreichen mit dem Finger. In vielen kleinen Bronchien stecken grünliche, Haare und Sand enthaltende Pfröpfe. — Die Lungen umfänglicher als normal. An der Oberfläche grosse, unregelmässige, dunkelrothe Flecke, zwischen welchen verhältnissmässig wenig lufthaltiges, zum Theil emphysematöses, gelbliches Parenchym. Beim Einblasen von Luft in die Bronchi bleiben mehrere der dunkelrothen Theile unverändert an Farbe und Umfang; andere werden so voluminös, wie die sich aufblähenden angrenzenden normalen Partieen und heller roth, sobald aber die Luft herausgelassen wird, wieder dunkelroth, wenn auch nicht ganz so dunkel als vor dem Aufblasen. Auf Durchschnitten zeigen sich

a) diejenigen rothen Stellen, welche sich hatten aufblasen lassen, durch ihre rothe Färbung genau von den angrenzenden, gesunden Stellen unterschieden, aber vollkommen lufthaltig;

b) einige der nicht aufzublasenden rothen Stellen auf dem Durchschnitt gleichmässig roth, im Wasser zu Boden sinkend (luftleer);

c) andere der nicht aufzublasenden rothen Abschnitte zeigen auf einem tiefrothen Grunde graue, ins Grünliche spielende, solide Partieen;

d) an noch anderen überwiegen diese grünlich-grauen Partieen dermaassen, dass man von rother Färbung fast gar nichts wahrnimmt.

Auch *c* und *d* sinken, ausgeschnitten, im Wasser zu Boden.

e) Von den Durchschnitten ergiesst sich übrigens, bei nur gelindem Druck, eine schaumige, stärker als die in der Trachea geröthete Flüssigkeit in grosser Menge.

In dem Herzen derbe, schwarze Gerinnsel, das Blutgerinnsel in der Arteria pulmonalis auf der einen Seite weiss glänzend.

Exp. IX. Den 11ten Durchschneidung beider Vagi (am Halse) bei einem sehr grossen, grauen, männlichen Kaninchen. Dasselbe machte, auf den Rücken gebunden, vor der Operation 140—160 Athemzüge; nach Durchschneidung des rechten Vagus 84; nach

Durchschneidung auch des linken, also beider, 32; losgebunden, auf den Füssen, 36; eine Viertelstunde darauf 38. Bei jeder Einathmung wird der Kopf nach hinten gezogen, das Maul weit geöffnet, die Nasenlöcher stark erweitert, der Unterleib oberhalb der Ossa ilei stark eingezogen, und die Rippen stark gehoben. Die Exspiration viel kürzer als die Inspiration. Er starb 22 Stunden nach der Operation.

Die Lungen, sammt Trachea und Kehlkopf aus dem Körper genommen, sind:

a) umfänglicher als normal,

b) derb anzufühlen,

c) grösstentheils dunkelroth. Nur hier und da kleine Stellen, an dem hinteren concaven Rand des rechten unteren Lungenlappens ein langer Streif normal gefärbten Gewebes.

d) Es lassen sich alle Theile, in welche Luft getrieben wird, aufblasen, doch bleiben die dunkelrothen Partieen, auch aufgeblasen, durch eine hellrothe Färbung markirt, die in dem Grade dunkler wird, je mehr sich die Theile zusammenziehen.

e) Es wurden absichtlich nicht alle Lappen aufgeblasen. Die nicht aufgeblasenen, dunkelrothen Stellen zeigen auf dem Durchschnitt eine glatte, glänzende Fläche, von der sich eine röthliche, dünne, mit wenigen Luftblasen gemischte Flüssigkeit ergiesst; sie sinken im Wasser vollständig zu Boden.

f) Die aufgeblasenen und dann wieder zusammengefallenen Partieen fühlen sich weit derber an als im normalen Zustande; von der Schnittfläche ergiesst sich, auf gelinden Druck, viel blassröthliche, schaumige Flüssigkeit.

g) Die Injection der Trachealschleimhaut weniger reichlich als in dem vorigen Falle. In der Trachea sehr viel blassröthliche, schaumige Flüssigkeit.

h) Im Herzen meist flüssiges Blut (die Section war ungefähr $\frac{1}{4}$ Stunde *post mortem* begonnen worden*).

---

*) Hr. M. sagt p. 82 seines Werkes: „Die Coagula im rechten und zuweilen im linken Herzen, in der Pulmonalarterie etc. finden sich eben so (wie nach Durchschneidung der Vagi) nach Excision der Recurrentes, nach Einschnürung des Bauches, Verengerung der Luftröhre, Einführung eines festen Körpers oder einer zähen Flüssigkeit in die Bronchien und sind als Folge einer Stase des Blutes im Herzen und den grossen Gefässen zu betrachten, welche durch die Störung der Respiration hervorgebracht wird."

Darauf antworten wir: dass nach Durchschneidung der Vagi sich diese Coagula im Herzen etc. nur dann finden, wenn die Section längere Zeit *post*

i) Oesophagus von Luft ausgedehnt, wie ein leerer Darm.

Wir werden im zweiten Theil dieser Abhandlung, der sich mit der Natur der Veränderungen, welche das Lungengewebe nach Durchschneidung beider Vagi am Halse erleidet, beschäftigt, noch mehr Fälle der letzteren Art hinzufügen. Im Ganzen haben wir an wenigstens 30 Thieren einfach die Vagi durchschnitten. Unter diesen haben wir bei keinem 20 Stunden nach der Operation die Lungen vollkommen frei gefunden. Im Gegentheil war immer wenigstens ein Drittheil des Lungenparenchyms in den abnormen Zustand übergegangen, d. h. es war dunkelroth, luftleer, von einer grossen Menge tropfbarer Flüssigkeit erfüllt, in allen Fällen überdies stellenweise mit einer festen, weissen Masse infiltrirt; und stets waren die Lungen umfänglicher als im normalen Zustande.

Betrachten wir dieser Thatsache gegenüber die Lungen in den 5 Fällen, wo, nach Durchschneidung der Vagi, der Athmungs- vom Verdauungsapparat vollständig isolirt worden war, so springt sofort ein sehr bedeutender Unterschied in die Augen.

Unter diesen fünf Fällen war in zweien (Exp. III. und V.), trotzdem die Thiere $24\frac{1}{2}$ und 22 Stunden gelebt hatten, keine Spur der eigenthümlichen Affection vorhanden; in einem (Exp. VI.) ausser zahlreichen Gruppen stark ausgedehnter Lungenbläschen und 4—5 hanfkorngrossen (einem erbsengrossen) rothen, runden, durch's Aufblasen nicht verschwindenden Flecken an den unteren Lappen nichts Anomales. Da nun diese letzteren Flecke häufig auch bei gesunden Kaninchen beobachtet werden (sie scheinen das Erzeugniss von Eingeweidewürmern, wenigstens habe ich in einem Falle einen mitten in einem solchen Flecke beobachtet), andererseits aber die Lungen-

---

mortem gemacht wird. So oft wir die Thiere gleich nach dem Tode, während die Muskeln noch zuckten, öffneten, haben wir stets nur flüssiges Blut im Herzen angetroffen. Zum Beweis dieser Behauptung dienen die meisten der folgenden Versuche. Dasselbe gilt aber auch für die anderen von Hrn. M. citirten Fälle. Wir haben, mit Ausnahme der Einschnürung des Bauches, jedes dieser Experimente wenigstens zehn Mal wiederholt. Coagula im Herzen waren auch in diesen Fällen nur dann zu finden, wenn mehr als eine halbe Stunde *post mortem* verflossen war, wogegen das Blut durchaus flüssig erschien, wenn die Section gleich nach dem Tode gemacht wurde.

Wenn diese Coagula demnach sich nicht während des Lebens bilden, so können sie füglich auch nicht „als Folge einer Stase des Blutes im Herzen und in den grossen Gefässen, welche durch die Störung der Respiration hervorgebracht wird“, betrachtet werden.

affection nach Durchschneidung der Vagi immer in unregelmässigen, nie runden Flecken, überdies an den oberen Lappen zuerst auftritt (siehe später), so waren die Lungen auch im Exp. VI., von unserem Gesichtspunkt betrachtet, gesund, trotzdem das Thier 26½ Stunden gelebt hatte.

Vergleichen wir demnach das Resultat dieser drei Fälle mit dem, was sich um dieselbe Zeit nach blosser Durchschneidung der Vagi in den Lungen, und zwar eben ausnahmslos vorfindet, so folgt, dass dieser Zustand nicht eine directe Folge der Nervenlähmung sein kann; denn die Nervenlähmung war ja in diesen drei Versuchen nicht beseitigt, sie hatte, wie die Präparation zeigte, 22, 24½ und 26½ Stunden bestanden, ohne dass die Lungen eine Spur der gewöhnlichen Veränderungen zeigten.

Aber auch die beiden anderen Versuche (Exp. II. und IV.), in denen, trotz der Isolirung der Luftröhre, dennoch ein krankhafter Zustand der Lungen angetroffen wurde, eignen sich nichtsdestoweniger ebenfalls zu dem verlangten Beweise, selbst wenn von den drei anderen abgesehen wird. Die Isolirung ist augenscheinlich auch hier von Wirkung gewesen. Denn ziehen wir in dem Exp. II. die Veränderungen, welche unzweifelhaft älteren Ursprungs sind (die runden, harten, auf dem Durchschnitt gelben Körper, die kohlschwarzen, stecknadelknopfgrossen Punkte an den unteren Lappen), ab, so haben wir in beiden Fällen im Verhältniss zum gesunden nur sehr wenig rothes, luftleeres Lungengewebe; sogar im 2ten Exp., wo die Ausdehnung der Veränderung am grössten, beträgt sie kaum den 12ten Theil beider Lungen. Wäre, sagen wir, die Affection eine directe Folge der Nervenlähmung, wie könnte sie dann in diesen Fällen von so viel geringerem Umfang sein, als in denen, wo keine Isolirung stattgefunden hat, da doch die Lähmung selbst in beiderlei Fällen dieselbe war?

Wenn es demnach, wie hierdurch erwiesen wird, nicht die Lähmung der pulmonalen Vagus-Bündel ist, von der die Lungenaffection (nach Durchschneidung der Vagus-Stämme am Halse) abhängt, so kann dieselbe zunächst allerdings

a) entweder von der Verengerung der Stimmritze, oder *b*) von der Bewegungslosigkeit ihrer Schenkel bei der In- oder Exspiration, oder *c*) von ihrer Schliessungsunfähigkeit beim Schlingen bedingt sein.

Dass aber diese drei Zustände wirklich nach Durchschneidung der Vagi gesetzt werden, geht aus den folgenden Versuchen hervor:

Exp. X. Den 20. Mai 1845. Ein erwachsenes, kräftiges, graugefärbtes Kaninchen wurde auf dem Rücken befestigt und machte in dieser Lage 84 Athemzüge in der Minute.

a) Blosslegung sowohl der Laryngei inferiores als auch der Nn. vagi am Halse, so dass man beide Paare bequem gleichzeitig übersehen konnte.

b) Durchschneidung der Membrana hyothyreoidea (wie immer, mit bedeutender Blutung verbunden) und Befestigung der Epiglottis an einem Nervenhaken. Athemzüge 96 in der Minute.

c) Beobachtung der Glottis längere Zeit hindurch, wobei man durchaus keine deutlichen Bewegungen der Stimmbänder beobachten konnte. Die Glottis hat bis an die Cartil. arytaenoideae — zwischen denen ein enger Spalt — eine oblonge, an beiden Enden, schwach zugespitzte Gestalt.

d) Reizung des (mit Blut gefüllten) Schlundes mittelst eines stumpfen Werkzeuges hat stets, gleichzeitig mit den Schluckbewegungen, Verschliessung der Stimmritze zur Folge.

e) Nach Durchschneidung des linken Laryng. inferior sieht man mit der Schlingbewegung nur das rechte Stimmband sich nach der Mittellinie des Kehlkopfs bewegen.

f) Nach Durchschneidung des rechten Laryng. inferior augenscheinliche Verengerung der Stimmritze in ihrem mittleren Theile, so dass jetzt die Zuspitzung an beiden Enden stärker erscheint, und vollkommene Bewegungslosigkeit der Stimmbänder bei Reizung des Schlundes, so dass die Stimmritze während der Schluckbewegung geöffnet bleibt. Athemzüge 60.

g) Nach Durchschneidung des linken Vagus keine weiteren Veränderungen an der Glottis wahrnehmbar.

h) Auch nach Durchschneidung des rechten Vagus, also beider, verhält sie sich noch eben so wie nach Durchschneidung der Laryngei. Namentlich lässt sich durchaus nicht eine noch stärkere Verengerung derselben wahrnehmen.

Dagegen sinkt die Anzahl der Athemzüge sogleich nach Durchschneidung des rechten Vagus auf 14.

i) Hierauf vier senkrechte Schnitte in die vordere, hintere und in die Seitenwände des Kehlkopfs — bis zur Trachea, so dass das Lumen derselben in seinem ganzen Umfange zu Tage kam. Die Anzahl der Athemzüge wurde dadurch nicht vermehrt.

Hierauf Tödtung des Thieres durch Unterbindung der Trachea; es stirbt innerhalb drei Minuten unter Convulsionen.

Exp. XI. Den 27. Mai. Schwarzes, mittelgrosses Kaninchen.

Auf den Rücken gebunden vor der Operation . 58 Athemzüge.
Nach Blosslegung der Stimmritze . . . . . 72 -
Nach Durchschneidung der Laryngei inferiores . 92 -
- - des einen Vagus . . . 72 -
- - beider Vagi . . . . . 28 -

Sonst ganz dieselben Ergebnisse wie im vorigen Versuch; nur dass

a) stärkerer Blutverlust eintrat, wahrscheinlich durch Verletzung eines der grösseren Carotisäste;

b) die Stimmritze nach Durchschneidung der Laryngei inferiores bei weitem nicht so stark verengert wurde (doch wurde sie nach Durchschneidung der Vagi auch hier nicht enger).

Als die Trachea unterbunden war, wurden die nach Durchschneidung der Vagi allmälig flacher gewordenen Inspirationen tiefer und, wie es schien, häufiger; sie waren vor der Unterbindung auf 12 in der Minute gesunken.

Exp. XII. Den 24. Juni. · Blosslegung der Trachea, der Recurrentes und der Vagi bei einem Kaninchen. Hierauf Blosslegung der Stimmritze, wie im Exp. X., auch diesmal mit starker Blutung verbunden. Das Thier machte:

vor dem Aufbinden 146
nach dem Aufbinden (auf den Rücken) . . . 96 Athemzüge.

Die Stimmritze schliesst sich (mit Annäherung der Cartilag. arytaenoideae gegen die Cart. thyreoid.) vollständig, sobald der Schlund gereizt und eine Schluckbewegung gemacht wird; aber nicht auf Reizung der Kehlhopfschleimhaut oberhalb der Stimmbänder und dieser selbst.

Aeusserst geringe, aber deutlich wahrnehmbare Annäherung der Stimmbänder bei der Exspiration.

Nach Durchschneidung der Recurrentes sehr starke Verengerung der Stimmritze und Unbeweglichkeit ihrer Schenkel.

Sie schliesst sich bei Reizung des Schlundes nicht mehr.

Die Anzahl der Athemzüge . . . . = 100.
Nach hierauf gemachter Durchschneidung beider Vagi . = 22.

Die letztere Zahl bleibt auch nach Blosslegung des Lumens der Trachea, wie im Exp. X., aber nur 2, höchstens 3 Minuten. Allmälig Steigerung auf 28, 32, 40, endlich 50. Hierauf Unterbindung der Trachea. — Lungen ganz gesund. — Auch in diesem Versuch hatte sich die Stimmritze nach Durchschneidung der Vagi nicht noch mehr verengert.

Exp. XIII. Den 29. Juli. Durchschneidung der Vagi bei

einem erwachsenen Hunde, der vorher zu einem Versuch über das Verhalten des Magens beim Erbrechen gedient hatte und dem deshalb die Bauchhöhle geöffnet war. Das Thier machte seltene und tiefe Einathmungen. — Nachdem hierauf der Eingang in den Kehlkopf, wie in den vorigen Versuchen blossgelegt war, zeigten sich die Schenkel der Stimmritze vollkommen unbeweglich, sowohl beim Ein- als beim Ausathmen. — Ich beobachtete die Stimmritze ¼ Stunde lang, ohne die geringste Veränderung in ihrer Gestalt wahrzunehmen.

Exp. XIV. Den 13. August. Bei einem kleinen Hunde werden die Vagi blossgelegt; hierauf die Membrana hyothyreoidea durchschnitten, ohne erheblichen Blutverlust, und der Kehlkopf mittelst eines durch die Epiglottis gezogenen Fadens hervorgezogen. Das Thier schrie sehr viel.

Es wird Folgendes wahrgenommen:

1) Bei jedem Schrei sieht man vollständige Verschliessung der Stimmritze bis auf einen sehr kurzen und feinen Spalt zwischen den hintersten Theilen der Cartilagines arytaenoideae.

2) Während das Thier nicht schrie, was nur in Pausen von wenigen Sekunden geschah, war die erweiterte Stimmritze zwischen den oberen Fortsätzen der Cartilagines arytaenoideae am breitesten, also ungefähr in der Mitte, und nur sehr geringe Bewegungen an den Stimmritzenschenkeln wahrnehmbar.

3) So oft die Stelle der Cartil. cricoidea, welche sich zwischen den Giesskannenknorpeln befindet, oder der Schlund gereizt wird, erfolgen nicht allein Schluckbewegungen (Contractionen des Schlundes), sondern auch Verschliessung der Stimmritze, wobei die Giesskannenknorpel sich nach vorn gegen die Cartil. thyreoid. bewegen und hinter ihnen eine runde Oeffnung (Eingang in den Oesophagus) entsteht.

Als hierauf der Kehlkopf vollständig vom Schlunde getrennt ward, bemerkte man:

a) dass die Stimme um ein Beträchtliches tiefer war†),

b) dass die Reizung der oben erwähnten Stelle zwischen den Cartil. arytaenoid. weder Schluckbewegungen noch Verschliessung der Stimmritze zur Folge hatte,

c) während Beides noch auf Reizung der Schleimhaut des Schlundes (gleichzeitig) eintrat††).

†) Experimenteller Beweis für den Einfluss der Laryngei superiores auf die Höhe der Stimme.

††) Experimenteller Beweis dafür, dass die beim Schlingen erfolgende Schlies-

5) Nach Durchschneidung des linken Recurrens bewegte sich beim Schreien nur noch das rechte Stimmband gegen die Mittellinie oder vielmehr der obere Fortsatz der Cartilag. arytaenoid. dextra, wobei das entsprechende Stimmband breiter wurde.

6) Nach Durchschneidung auch des rechten Recurrens bemerkt man:

a) vollständigen Verlust der Stimme;

b) bei tiefen Inspirationen treten die Schenkel der Glottis bis auf jene Oeffnung zwischen den Cartil. arytaenoid. in vollständige Berührung bei gleichzeitiger Annäherung der Ligamenta aryepiglottica, also fast vollständige Verschliessung der Glottis, mit einem pfeifenden Geräusch.

c) Bei der darauf folgenden Exspiration treten die Schenkel der Glottis aus einander.

d) Bei schwächerem Athmen (langsamen und geringeren Erweiterungen des Thorax) sieht man keine solche Verengerung bei der Inspiration, sondern es bleibt das Lumen der nun verengerten Stimmritze sich gleich beim Ein- und Ausathmen.

e) Auf Reizung des Schlundes keine Verschliessung der Stimmritze†).

f) Anzahl der Athemzüge = 60 — 64, mit ungleichen Zwischenräumen.

7) Nach Durchschneidung der Vagi sind alle Verhältnisse dieselben geblieben, bis auf die Anzahl der Athemzüge, welche Anfangs = 6 in der Minute, dann fast eine Viertelstunde lang = 4 bleibt.

Exp. XV. Den 14. August. Einem grösseren Hunde werden die Laryngei inferiores und Vagi blossgelegt. Hierauf die Membr. thyreo-hyoidea durchschnitten, unter starkem Blutverlust. Der Kehlkopf wird, wie im vorigen Experiment, mittelst eines Fadens hervorgezogen. Das Thier schrie wenig, so dass die Veränderungen, welche die Stimmritze in den Pausen darbot, bequemer als im vorigen Versuch beobachtet werden konnten.

1) Beim ruhigen Athmen war die Stimmritze auch hier, in der Mitte, zwischen den vorderen Fortsätzen der Giesskannenknorpel, am breitesten.

---

sung der Glottis eine durch Erregung des N. glossopharyngeus bewirkte Reflexbewegung ist und durch die von den Nn. laryngei inferiores beherrschten Kehlkopfmuskeln ausgeführt wird.

†) Vergleiche die vorige Anmerkung.

2) Je ausgeprägter die Ausathmung am Bauch und Brust, um so stärkere Annäherung der Stimmritzenschenkel während derselben.

3) Beim Schreien fast vollständige Verschliessung der Glottis, wie im vorigen Experiment.

4) Auf Reizung der Stelle zwischen den Cartil. arytaenoid. und der inneren Fläche derselben, so wie der inneren Fläche des Schlundes, erfolgen auch hier jedesmal nicht nur Zusammenziehungen des letzteren, sondern auch Verschliessung der Stimmritze.

5) Die Verschliessung der Glottis erfolgte, unter denselben Bedingungen, auch dann, als die hintere Wand des Schlundes quer durchschnitten und der hinter dem Kehlkopf befindliche Theil desselben der Länge nach bis in den Oesophagus hinein gespalten war.

6) Nach Durchschneidung des linken Recurrens bemerkte man dasselbe wie im vorigen Experiment. Die Anzahl der Respirationen war nun 39.

7) Nach Durchschneidung beider Recurrentes:

a) stieg die Athemzahl auf 86—92.

b) Die Stimmritzenschenkel waren während des Ein- und Ausathmens vollkommen unbeweglich, die Stimmritze selbst verengert.

Dagegen ist *c*) die von Longet beobachtete. im vorigen Experiment sub 6. b. angeführte Erscheinung hier nicht wahrnehmbar.

d) Auf Reizung des Schlundes und der Cartil. arytaenoid. etc. zwar noch Schluckbewegungen aber keine Verschliessung der Stimmritze.

8) Nach Durchschneidung der Vagi wird

a) die Anzahl der Athemzüge sofort = 14, bald darauf sogar nur = 6 — 8 in der Minute. Die Pausen zwischen den einzelnen Athemzügen sind im höchsten Grade ungleich. Die Stimmritze von unveränderter Grösse.

b) Bei sehr schnellen Inspirationen nähern sich die Ligam. aryepiglottica und die Schenkel der Glottis (durch Einwärtsbewegung der Cartilag. arytaenoid.) einander um ein Merkliches, aber bei weitem nicht so stark als nach Durchschneidung der Recurrentes im vorigen Falle*).

*) Aus diesen Versuchen erhellt, dass der Ausspruch Longet's (Tom II. p. 287): *Les animaux, après la section des recurrents, respirent plus vite*, auf Hunde bezogen, allerdings vollständig richtig ist. Was dagegen die Anzahl der Athemzüge nach Durchschneidung oder Excision der Laryngei inferiores bei Kaninchen betrifft, so stimmen unsere Erfahrungen weder mit den Be-

So richtig nach diesen Versuchen der Ausspruch Longet's ist: dass die Verengerung der Stimmritze nach Durchschneidung der Laryngei inferiores (also auch der Vagi)

---

hauptungen Longet's, noch mit denen des Hrn. Mn. überein, indem wir eben so wenig constant eine Vermehrung als eine Verringerung beobachtet haben. Während im Exp. X. die Anzahl der Respirationen von 92 auf 69 fiel, stieg sie im Exp. XI. von 72 auf 92 und im Exp. XII. von 96 auf 100.

Ein Gleiches ergeben die folgenden Beobachtungen;

I. Nach Durchschneidung der Halshaut . . . . = 104
In derselben Lage (auf dem Rücken) nach Excision der Laryngei inferiores . . . . = 72

II. Nach Durchschneidung der Halshaut . . . . = 72
In derselben Lage (auf dem Rücken) nach Excision der Laryngei inferior. . . . . = 200

III. Nach Durchschneidung der Halshaut . . . . = 80
In derselben Lage (auf dem Rücken) nach Durchschneidung der Recurrentes . . . . = 76

IV. Nach Durchschneidung der Halshaut . . . . = 80
In derselben Lage (auf dem Rücken) nach Durchschneidung der Laryngei inferior . . . . = 80
(Die Operation wurde am 17. August 12 Uhr Mittags gemacht).
Den 25. August Nachmittags 3¼ Uhr im Stehen . . . . = 84
Hierauf Tödtung durch Strychnin. Lungenaffection.

V. Nach Durchschneidung der Halshaut (Mittags 11½ Uhr) . . . . . = 144
In derselben Lage (auf dem Rücken) nach Durchschneidung der Recurrentes . . . . = 76
In derselben Lage, zwei Minuten darauf . . . . = 136
- - - drei - - . . . . = 144
Eine halbe Stunde darauf im Stehen . . . . = 104
Um 2½ Uhr Nachmittags . . . . = 96
Abends 10¾ Uhr . . . . = 144
Am andern Tage, Mittags 11¾ Uhr . . . . = 148
Lungenaffection.

Nehmen wir aber das Mittel aus diesen acht Beobachtungen in der Art, dass wir die Werthe, welche wir nach Durchschneidung der Halshaut fanden, denen gegenüberstellen, welche sich gleich nach der Durchschneidung der Recurrentes ergaben (also bei derselben Lage des Thieres), so erhalten wir ebenfalls ein den Behauptungen der genannten Schriftsteller widersprechendes Resultat. Denn während die mittlere Anzahl der Athemzüge in der Rückenlage des Thieres nach Durchschneidung der Halshaut = 92½ ist, beträgt sie in derselben Lage nach Durchschneidung der Recurrentes = 94½ in der Minute. Dass aber hier überhaupt nur diejenigen Werthe in Anschlag kommen dürfen, welche wir gleich nach der Durchschneidung oder Excision der Recurrentes erhalten, ist einleuchtend. Denn da, wie Hr. Mn. gezeigt hat, nach Durchschneidung der Recurrentes über kurz oder lang eine Lungenaffection auftritt, so können die längere Zeit nach der Operation gefundenen Zahlen nicht mehr als unmit-

eine über allen Zweifel erhobene Thatsache sei, *un fait acquis à la science,* für eben so voreilig müssen wir, nach denselben

---

telbare Wirkung der Durchschneidung betrachtet werden, worauf es uns doch zunächst ankommt.

Gehen wir nun an die Zahlen, welche wir, unter denselben Bedingungen, nach Durchschneidung der Vagi erhalten haben, so finden wir ein durchaus verschiedenes Verhältniss. — Auch hier ziehen wir das Mittel aus acht Experimenten (Exp. III., VI., VIII., IX., XIX., XXIII., XXIV., XXVI.). — Während die mittlere Zahl der Athemzüge in der Rückenlage des Thieres = 131$\frac{1}{8}$ ist, beträgt sie in derselben Lage nach Durchschneidung der Vagi = 40$\frac{1}{4}$. Die Mittel verhalten sich also nahe wie 3 : 1, d. h. die Summe der Athemzüge vermindert sich nach Durchschneidung der Vagi um $\frac{2}{3}$ im Durchschnitt.

Man hat diese seit lange bekannte Thatsache auf verschiedene Weise zu erklären gesucht. Auch Hr. Mn. hat eine Erklarung geliefert, und zwar gestützt auf die eben erwähnte Behauptung, dass auch nach Durchschneidung der Recurrentes die Anzahl der Respirationen, wenn auch nicht so bedeutend als nach Durchschneidung der Vagi, sich vermindere, und auf das Resultat der Trachectomie nach Durchschneidung der Vagi. „Die Respiration, sagt Hr. Mn., ist sogleich nach dieser Operation (der Tracheotomie) niemals verlangsamt worden, im Gegentheil wurde sie mehrere Male bedeutend beschleunigt.“ „Jedenfalls, meint Hr. Mn. weiter, beweist der Versuch, dass die constant eintretende plötzliche und regelmässige Verlangsamung nach Durchschneidung der Vagi von derselben mechanischen Ursache abhängt, welche sie nach Durchschneidung der beiden Nn. recurrentes hervorbringt.“ Diese mechanische Ursache ist, nach Hrn. Mn., die Verengerung der Stimmritze. Also ist es die Verengerung der Stimmritze, von welcher die Verminderung der Athemzüge nach Durchschneidung der Vagi abhängt.

Dieser Behauptung aber widersprechen die von uns gemachten Beobachtungen geradezu. Im Exp. X. z. B. war die Anzahl der Respirationen vor Durchschneidung der Laryngei inferiores 96; nach derselben, also nach eingetretener Verengerung der Stimmritze, 60; sie musste nach der nun vorgenommenen Vagidurchschneidung dieselbe bleiben, da die Verengerung dieselbe geblieben war; statt dessen sank sie auf 14.

Unsere Beobachtungen gaben, mit einem Wort, das Resultat: dass die Anzahl der Athemzüge, welche man nach Durchschneidung der Laryngei inferiores erhielt, nach der darauf gemachten Durchschneidung der Vagi, trotzdem die Grösse der Stimmritze dieselbe blieb, sich um ein Bedeutendes (im Durchschnitt um $\frac{4}{5}$) verminderte.

Sogar zugegeben also (was bereits widerlegt ist), dass die Anzahl der Respirationen nach Durchschneidung der Laryngei inferiores um ein Unbedeutendes verringert werde, und diese Verringerung von der Verengerung der Stimmritze bedingt sei, so ist nichtsdestoweniger gewiss, dass die $\frac{4}{5}$, um welche sich die Anzahl der Respirationen nach Durchschneidung der Vagi noch weiter verringerte, nicht von der Verengerung der Stimmritze abhängen kann.

Die Ursache der so bedeutenden Verminderung der Athemzüge nach Durchschneidung der Vagi ist demnach in Wirklichkeit noch nicht gefunden!

Versuchen, seine andere Behauptung erklären: „dass man bei einem lebenden Thiere, dessen Kehlkopf jedes Nerveneinflusses verlustig gegangen, mit jeder starken Inspiration die Glottis sich schliessen oder sich zu schliessen bestreben sehe (*à chaque effort inspiratoire voit la glotte se fermer ou tendre à se fermer, au lieu de s'ouvrir*)".

Nach unseren Beobachtungen, die wir gerade in Bezug auf diesen Punkt noch um vier vermehren können, bleiben die Schenkel der Stimmritze bei erwachsenen Kaninchen constant ohne alle Bewegung, sobald die Laryngei inferiores oder Vagi durchschnitten sind, auch wenn Kehlkopf und Trachea überdies vollständig von den anliegenden Theilen getrennt worden, so dass auch nicht von dem geringsten Nerveneinfluss auf die Muskeln des Kehlkopfs die Rede sein kann.

Longet hat offenbar nicht an Kaninchen experimentirt, und eine Erscheinung, welche er nur bei Hunden gesehen, für eine bei allen Säugethieren wiederkehrende gehalten.

Dass sie auch bei Katzen eintritt, ersehen wir aus einer näher beschriebenen Beobachtung, welche Hr. Bernard in einem Aufsatz (*Archiv génér. 4e Sér. Tom. V. p. 69*) über die Wirkung des Accessorius mittheilt.

„Will man sich, heisst es hier p. 70, überzeugen, dass es der Pneumogastricus sei, welcher die Schenkel der Glottis von einander entfernt hält und ihnen die geringen Bewegungen (während der In- und Exspiration) mittheilt, so genügt es, die Nn. recurrentes zu durchschneiden; denn bald darauf findet man die Oeffnung des Larynx verengert und die Schenkel derselben unbeweglich. Die Stimmbänder und die Ligamenta ary-epiglottica legen sich wie schlaffe Ventile (*comme des soupapes flottantes*) bei der Inspiration mechanisch an einander unter dem Druck der äusseren Luft (welche in den Kehlkopf einzudringen strebt) und werden gehoben durch den exspiratorischen Luftstrom."

Aber selbst bei Hunden tritt diese Erscheinung nicht immer ein, nachdem die Muskeln der Stimmritze gelähmt sind, wie wir aus Exp. XIII. und Exp. XV. ersehen, ein Beweis, dass die Lähmung nur eine der ursächlichen Bedingungen ist, welche hier in Betracht kommen.

Ueber eine zweite klärt uns der folgende Versuch auf.

Exp. XVI. Bindet man in die sammt dem Kehlkopf ausgeschnittene Trachea eines Hundes die Spitze einer grossen Spritze ein, so erfolgt beim langsamen Herausziehen des Stempels durchaus keine Veränderung an der Stimmritze. Geschieht das Heraus-

ziehen etwas schneller, so bemerkt man eine nur sehr geringe Annäherung der Stimmbänder, während die Cartilag. arytaenoid. noch vollkommen still stehen und von einander entfernt bleiben. Erst bei rascher Bewegung des Stempels erfolgt nicht nur eine vollständige Annäherung der Stimmbänder, so dass sie dicht an einander zu liegen kommen, ohne einen Zwischenraum zu lassen, sondern auch Verschliessung des respiratorischen Theils der Stimmritze, welcher von den Cartilag. arytaenoideae begrenzt wird. Man bemerkt gleichzeitig, wie diese letzteren, welche unter einem (mässig) spitzen Winkel gegen eine in Gedanken durch den Kehlkopf gezogene wagrechte Ebene geneigt sind, sich dieser um ein Bedeutendes nähern, während die etwas divergirenden vorderen Enden der Cartilag. santorinianae convergiren. So wird die ganze Stimmritze bis auf eine feine Oeffnung zwischen den hinteren Enden der Santorin. Knorpel geschlossen, mit einem pfeifenden Geräusch, wie während des Lebens. Bringt man das Ende eines Tubulus zwischen die Stimmbänder, so kann man unter denselben Bedingungen eine vollständige Annäherung nur der Cartil. arytaenoid., und umgekehrt, wenn man den Tubulus zwischen die letzteren einschiebt, eine Verschliessung bloss des Vocaltheils der Glottis bewerkstelligen.

Es ist, wie wir aus diesem Versuch (welcher an drei Kehlköpfen mit demselben Erfolg wiederholt wurde) folgern, eine bestimmte Schnelligkeit der Brusterweiterung, welche zu der Lähmung der Stimmritzenmuskeln hinzutreten muss, um die Schliessung der Stimmritze herbeizuführen†).

---

†) Die Erklärung dieser Thatsache ist leicht. Wird der Brustkasten langsam erweitert, dann kann, so zu sagen, in jedem Augenblick die Spannung der Luft im Kehlkopfe mit der der äusseren Luft sich ausgleichen; geschieht dagegen die Erweiterung des Brustkastens schnell, dann kann durch den engen Spalt, den die Stimmritze darstellt, in der Zeiteinheit nicht genug atmosphärische Luft einströmen, um das stärker verdünnte Gasvolum im Kehlkopfe auf den Dichtigkeits- (d. h. Spannungs-) Grad der Athmosphäre zu bringen; je nach der Grösse des Ueberschusses des atmosphärischen Druckes über den Druck im Innern des Kehlkopfs werden die Cartt. arytaenoideae mit grösserer oder geringerer Geschwindigkeit gegen einander getrieben werden. — So erklären sich auch zwei klinische Thatsachen: 1) Das ruhigere Athmen eines an Larynxstenose leidenden Kranken, der (behufs der Tracheotomie) durch Chloroform narcotisirt ist; 2) die Verschiedenheit der Dyspnoë in zwei Fällen von anscheinend gleicher Verengerung des Kehlkopfs. Denn die Geschwindigkeit, mit der die inspiratorische Erweiterung geschieht, wird *caeteris paribus* von der Stärke abhängen, mit der das mangelhaft oxydirte Blut auf das Nervensystem, besonders auf die Medulla oblongata einwirkt, und die Stärke dieses Eindrucks von dem Grade der Erregbarkeit des

Und diese Folgerung wird als richtig erwiesen einmal indirect durch das Exp. XIII., wo das durch die vorhergehenden Operationen geschwächte Thier die Brust nur allmälig erweiterte und, trotz der eine Viertelstunde dauernden Beobachtung, die Schliessung der Stimmritze bei keiner Inspiration beobachtet wurde, andererseits direct durch das Exp. XV., wo wir die Schliessung nur, „bei sehr schnellen Inspirationen“ gesehen haben.

Bedenken wir nun, das Kaninchen, denen die Vagi durchschnitten sind, in der Regel den Thorax zwar mehr als normal, aber dennoch langsam erweitern, so ist schon hieraus klar, warum wir bei ihnen eben so wenig als bei dem Hunde im Exp. III. eine Schliessung der Stimmritze während des Einathmens beobachten.

Nichtsdestoweniger wird aber doch auch bei Kaninchen, denen die Vagi durchschnitten sind, die Lungenerkrankung beobachtet, und zwar in mindestens derselben Ausdehnung als bei Hunden! Wie könnte dies der Fall sein, wenn eben die Schliessung der Stimmritze beim Einathmen ein bedeutendes Moment zur Erzeugung dieser Affection wäre?

Wie könnte ferner letztere bei Hunden beständig auftreten, da die Schliessung eine unbeständige Erscheinung ist?

Fragen wir also nach dem Antheil, den die Verengerung der Stimmritze an der Erzeugung der nach Durchschneidung der Vagi eintretenden Lungenerkrankung habe, so kann sich diese Frage offenbar nur auf die andauernde Verengerung beziehen, welche bei allen den bisher untersuchten Thieren so beständig auftritt, wie die Lungenerkrankung*).

Nervensystems. Je schneller aber die inspiratorische Erweiterung des Brustkastens vor sich geht, desto leichter wird sich nach dem Vorigen die Stimmritze schliessen müssen, wodurch die bereits vorhandene Athemnoth begreiflich wachsen muss.

*) Wir machen bei dieser Gelegenheit auf eine Aeusserung Hrn. Valentin's über das Verhalten der Stimmritze nach Durchschneidung der Laryng. inferiores aufmerksam, welche sich p. 49 seines Werkes: *de functionibus etc.* findet: *Si in cuniculo ramus uterque laryngeus inferior dividitur . . . . ., rima glottidis nunc a norma vix abhorret, nunc uno aut utroque latere aliquantum, ut videtur, angustata est* — eine Aeusserung, die Verwunderung erregt, wenn wir bald darauf p. 50 lesen: *Sin autem partes nervi vagi utriusque cervicales medio fere in collo deviduntur, rima glottidis ita coarctari solet, ut aër difficulter per eam transire possit.* Hr. V. will demnach gefunden haben, dass die Verengerung der Stimmritze nach Durchschneidung der Nn. vagi grösser ist als nach Durchschneidung der Laryng. inferiores. Leider hat es Hr. V. auch hier

Kann, fragen wir zunächst, eine dauernde Verengerung des Zuganges zu den Athmungsorganen überhaupt Structurveränderungen des Lungengewebes herbeiführen?

Eine etwa vierzigjährige Jungfrau, erzählt Morgagni *(de sedib. et caus. morb., vol. II. lib. 2. epist. 15. §. 13.)*, die schon lange asthmatisch war und immer heiserer wurde *(imminuta insuper voce)*, so dass die Aerzte unbedingt ein Lungenleiden vor sich zu haben glaubten, starb unvermuthet während eines starken Anfalls von Dyspnoë. Die Baucheingeweide waren bis auf die harten, weissen, mit Hydatiden besetzten Eierstöcke durchaus normal. *In thorace autem ipsisque pulmonibus nihil omnino vitii; ut jam omnes intra cranium morbi causam repertum iri putarent. Sed et ibi recte constituta inventa sunt omnia. Mirabantur cuncti, qui dissecta ex ordine viscera diligenter inspexerant, sed multo nos magis, qui dissecueramus; cum ego: „Quin laryngem quoque aperiemus, Valsalva? Si forte ibi et imminutae vocis et asthmatis et mortis caussa delitesceret." Cum ille annuisset, quaeri continuo inter nondum sepultas partes et ad me referri laryngem jussi. Quam ubi a tergo secundum longitudinem incisam diduxi, continuo manifestum fuit, quod quaerebamus. Pus enim ex albo cinereum et quasi pultaceum, formatum in obturamenti modum, occludebat penitus cavum laryngis, quod intra glottidem est, eoque loco tunica laryngem convestiens erat exulcerata, quemadmodum et qua proximos annulos aliquot tracheae arteriae operiebat; quamquam hic levius.*

Dass in diesem Falle die Lungen vollständig gesund waren, versichert uns Morgagni ausdrücklich. Dass sie genau waren untersucht worden, wird uns zur Gewissheit, wenn wir berücksichtigen, dass man den Grund der Krankheitserscheinungen in den Lungen suchte. Dass die Glottis auch während des Lebens theils durch die Anschwellung der mit Geschwüren besetzten Schleimhaut

---

nicht für nöthig gehalten, die einzelnen Versuche, aus denen der Schluss gezogen ist, anzugeben, namentlich, ob er in derselben Art vergleichend experimentirt hat, d. h. an einem und demselben Thiere, wie es bei unseren Versuchen geschehen ist. Aus diesen Versuchen aber haben wir allerdings ersehen, dass die Verengerung nach Durchschneidung der Vagi in verschiedenen Graden auftritt, selbst bei gleich grossen Thieren; dagegen haben wir, trotz der gerade auf diesen Punkt gerichteten Aufmerksamkeit, niemals gesehen, dass die nach Durchschneidung der Nn. laryng. inferior. bereits verengerte Stimmritze nach der hierauf folgenden Durchschneidung der Nn. vagi noch enger wurde. Die Verengerung war in allen Versuchen dieselbe geblieben. Gegenüber dieser Thatsache können wir natürlich auch die Erklärung, die Hr. V. für jene nicht vorhandene Verschiedenheit giebt, auf sich beruhen lassen.

der Stimmbänder, theils durch das auf denselben befindliche Secret verengert war, wird dadurch bewiesen, dass dyspnoëtische Erscheinungen längere Zeit (*virgo jam diu asthmatica*) dem Tode vorausgingen, ohne dass ein anderweitiges Hinderniss der Wechselwirkung zwischen der atmosphärischen Luft und dem Lungenparenchym gegeben war. Also Verengerung der Stimmritze und — keine Erkrankung des Lungengewebes, trotzdem jene durch längere Zeit hatte einwirken können!

Ein zweiter hierher gehöriger Fall findet sich in Peter Frank's: *Interpretationes clinicae etc.* Es ist der 40ste, mit der Ueberschrift: *Tumor et ulcus laryngis.*

Eine 46jährige, früher immer sehr gesunde, Bauersfrau von kräftigem Körperbau war zwei Monate hindurch vom Husten geplagt worden. Hierzu kam vor einem Monat ein tiefliegender Schmerz in der Gegend des Kehlkopfs; gleichzeitig wurde der Husten stärker, und es folgte sehr reichlicher eitriger Auswurf, Athemnoth (*spirandi difficultas*), Behinderung beim Schlingen und mässiges Fieber.

Remittunt haec; ast vero a quindecim diebus respiratio est difficillima, sonora, sibilosa, cum gutturis angustia pectorisque supremi oppressione peragenda. Fieber ist dabei kaum noch zugegen. Pat. giebt sehr übelriechende und kaum zu ertragende Ructus von sich. Hartnäckige Stuhlverstopfung, starkes Herzklopfen, unaufhörliche Schlaflosigkeit. Mitunter muss die Kranke, wegen drohender Erstickung, in sitzender Stellung und mit ausgestrecktem Halse athmen. Nach zwei im Spital verbrachten Tagen stirbt sie durch Erstickung. Wir geben den Leichenbefund mit Frank's eigenen Worten:

Ad laryngis parietem posticum, qua argtaenoideae cartilagines, inter ipsas membranas abscessus detectus fuit, nucis avellanae magnitudinem aequans, cujus adhuc spectabilis est cavitas. Arytaenoideae ipsae et earundem ligamenta, medio in abscessu haerentia, nonnihil corrosa erant et consumta. Pulmones erant sanissimi.

Auch hier also hatte die Verengerung der Stimmritze wenigstens einen Monat und in sehr bedeutendem Grade 14 Tage lang bestanden, ohne eine Veränderung des Lungengewebes herbeizuführen. Es wird ausdrücklich bemerkt, dass die Lungen durchaus gesund waren.

Müssen wir es schon hiernach zweifelhaft finden, dass die Lungenkrankheit nach Durchschneidung der Vagi von der gleichzeitigen

Verengerung der Stimmritze abhänge, so wird es vollends unwahrscheinlich durch die folgenden Versuche.

Wir verfahren bei denselben wie in den Experimenten, welche wir zur Widerlegung der Hypothese A. angestellt hatten, mit dem Unterschiede, dass hier der Verkehr des Athmungsapparates mit der atmosphärischen Luft nicht durch eine der Lichtung der Trachea gleiche Oeffnung stattfindet, sondern durch eine Oeffnung, welche kaum so gross ist, als die verengerte Stimmritze. — Die Vorrichtung, welche zu diesem Zwecke dient, besteht aus einer senkrechten, an dem oberen Ende (mittelst eines Hütchens) luftdicht zu verschliessenden Röhre, welche bequem in die Luftröhre gesteckt werden kann, und aus einer eben so dicken, aber kürzeren horizontalen Röhre, welche von der Mitte jener senkrechten abgeht und an ihrem freien Ende mit einer Schutzplatte versehen ist. In diese wagerechte Röhre wird eine feinere luftdicht eingepasst, welche an dem einen Ende eine kleine, von einer feinen länglichen Oeffnung durchbohrte Platte hat. Wir nennen diese feinere Röhre kurzweg den Obturator. — Begreiflich kann das Instrument, wenn es nicht, wie uns, noch zu anderweitigen Zwecken dienen soll, viel einfacher sein. — Um es in die Luftröhre zu bringen, bedarf es natürlich nur eines Schnittes, der die halbe Länge der senkrechten Röhre hat. Ist diese in der Luftröhre, so wird letztere behutsam von der Speiseröhre isolirt und mit Zwirnfäden um die obere und untere Hälfte der senkrechten Röhre befestigt, so dass die Lungen nur mittelst der wagerechten Röhre mit der atmosphärischen Luft communiciren können, während sie (mittelst des Hütchens) vom Kehlkopf und somit vom Verdauungsapparat isolirt sind. Ist die Vorrichtung so weit in Ordnung, so wird der Obturator in die wagerechte Röhre eingeschoben, worauf der Verkehr der Lungen mit der atmosphärischen Luft nur noch durch eine Oeffnung stattfindet, welche eher noch kleiner ist als die Stimmritze nach Durchschneidung der Vagi.

Exp. XVII. Den 29. Juli. Gestern Nachmittags 3 Uhr wurden einem grossen, dunkel gefärbten Kaninchen die Vagi durchschnitten, hierauf das beschriebene Instrument mit Obturator in der Trachea befestigt. Das Thier lebte bis heute Morgen 7 Uhr, also im Ganzen 16 Stunden nach der Operation. Es hatte gestern Abend 11 Uhr folgenden Anfall: Während es bis dahin ruhig auf einer Stelle gesessen hatte, lief es nun mit grosser Schnelligkeit mehrere Male durchs Zimmer, sprang an der Wand in die Höhe, fiel auf die Seite und machte stossende Bewegungen mit Vorder- und Hinter-

füssen; in dieser Lage auf der Seite athmete es 28—30 Mal in der Minute; mit jeder Einathmung weite Oeffnung des Mundes. Ich entfernte den Obturator, legte ihn jedoch bald (1—2 Minuten darauf) wieder an, da ich keine Wirkung gesehen hatte. Um 3½ Uhr Nachts fand ich das Thier an einer anderen Stelle des Zimmers, auf den Hinterbeinen sitzend, aber noch eben so athmend wie früher. Um 7½ Uhr fand ich es todt; dass der Tod aber eben erst eingetreten sein musste, schloss ich aus den noch sehr deutlichen Zusammenziehungen der Brust- und Bauchmuskeln während der Section. Die untere Hälfte der senkrechten Röhre bedeutend verengert durch einen zähen, schmutzig-dunkelrothen, der Wand fest anhängenden Pfropf.

a) Keine Flüssigkeit in den Luftwegen.

b) Die Lungen von normalem Umfang.

c) Ihre Oberfläche blass ziegelfarben, die Röthe gleichförmig (nicht durch Aneinanderreihung von Punkten oder Flecken hervorgebracht).

d) An verschiedenen Stellen der Oberfläche weisse, erhabene, runde Bläschenhaufen von Hirse- bis Hanfkorngrösse (wie häufig unter ganz normalen Bedingungen!).

e) An dem hinteren Rande jedes der unteren Lappen ein, etwa eine halbe Linie breiter blauer Streifen, in welchem sogar mit der Lupe nur wenig Luftbläschen sichtbar sind (siehe Exp. IV.).

f) Nach dem Aufblasen von der Trachea aus erhalten beide Lungen die gewöhnliche, gelbliche Färbung; die Oberfläche hat ihre Unebenheiten verloren, und die blauen Streifen sind vollkommen verschwunden, ohne eine Spur ihrer früheren Anwesenheit zu hinterlassen.

g) Nirgends waren, vor dem Aufblasen, Spuren jener Veränderungen wahrzunehmen, die man sonst nach blosser Durchschneidung der Vagi sieht.

h) An der äusseren Fläche des einen unteren Lappens sitzt ein sehr resistentes, rundes Körperchen von der Grösse einer kleinen Erbse, welche auf dem Durchschnitt eine gelblich-weisse Färbung zeigt — ein Gebilde, das offenbar älteren Ursprungs ist (siehe Exp. II.). Man überzeugte sich noch nachträglich von der stattgehabten Trennung der Vagi.

Exp. XVIII. Den 11. August. Einem grossen, weissen Kaninchen wurden gestern Nachmittags 4 Uhr beide Vagi durchschnitten und hierauf die Vorrichtung nebst Hütchen und Obturator in der Luftröhre befestigt. Vor und nach der Durchschneidung der Vagi sind die Athemzüge wegen ihrer grossen Häufigkeit und

Flachheit *nicht zählbar*, eben so wenig nach Einbringung des Instruments; dagegen ist ihre Anzahl heute Morgen = 38 (Oeffnung des Mundes, Hebung der Rippen, Einziehung des Unterleibes oberhalb der Ossa ilei beim Einathmen). Um 11 Uhr Mittags = 32 (bei geschlossenen Augen und Bewegung des Kopfes nach oben mit jeder Einathmung). Das Thier starb gegen 2 Uhr Nachmittags, hatte demnach gegen 22 Stunden gelebt. Die Section ungefähr eine Stunde später (das Blut im Herzen zu derben, schwarzrothen Stücken geronnen, in den Vorhöfen sowohl als in den Ventrikeln). Beim Druck auf den Thorax oder Unterleib quillt ein Tröpfchen schmutziggrauer, zäher, klebriger Flüssigkeit aus der feinen Oeffnung des Obturators. Ausserdem ist die Lichtung seiner Röhre durch ein aus Haaren und Schleim gebildetes Pfröpfchen verengt. Die Lungen beide *durchaus lufthaltig*. Die Farbe der oberen zwei Dritttheile weiss, also blässer als im normalen Zustande; dagegen die der untersten hinteren Partieen röther als normal, scharlachroth; doch bemerkt man auch an diesen, selbst mit der Lupe, keine luftleere Stelle, im Gegentheil innerhalb eines normal lufthaltigen Gewebes ziemlich viele runde, erhabene Bläschengruppen. Der rechte Lungenflügel im Verhältniss zum linken umfänglicher als normal. Vollständige Aufblasbarkeit. Die Röthe an den untersten hinteren Theilen kehrt, nachdem die aufgeblasenen Lungen sich zusammengezogen haben, fast in derselben Stärke zurück. Auf den Durchschnitten ebenfalls keine einzige luftleere Stelle. Oesophagus leer; Magen zur Hälfte mit Gas, zur anderen mit einem grünen, derben Brei angefüllt. Man hatte sich, vor der Eröffnung der Brust, von der stattgehabten Trennung der Vagi überzeugt.

Exp. XIX. Den 18ten August um $2\frac{1}{4}$ Uhr Nachmittags wurde einem grossen, weissen Kaninchen, das

auf den Rücken gebunden 200
bald nach Durchschneidung des rechten Vagus 104
eine Minute darauf wieder 200
nach Durchschneidung des linken Vagus 50

Athemzüge machte, das Instrument mit dem Obturator in der Luftröhre befestigt. Hierauf war die Athemzahl, noch während das Thier auf dem Rücken lag, = 68. Als es nun losgemacht und auf die Beine gestellt wurde, war es unmöglich, die Athemzüge zu zählen, wegen ihrer Flachheit und wegen der Ungleichheit der Zwischenräume. Den 19ten Nachmittags $2\frac{3}{4}$ Uhr ist die Athemzahl = 38. Den 20sten um $1\frac{1}{2}$ Uhr Nachmittags lebte das Thier noch (es hatte seit der Operation ununterbrochen auf einem und demselben

Stuhle zugebracht); man bemerkt, wie es seine eigenen Faeces verzehrt. Es wurde nun mit Strychnin. nitric. (per anum) getödtet, so dass es 47 Stunden nach der Operation gelebt hatte. Oesophagus bis an den Magen mit einer weichbreiigen, dunkelgrünen Masse erfüllt und von ihr stark ausgedehnt; dieselbe befand sich im Schlund und Kehlkopf. Im Herzen wenig, nur flüssiges Blut (die Autopsie war bald nach dem Tode des Thieres gemacht worden). Man überzeugte sich, dass das Thier nur durch die enge Oeffnung des Obturators Luft einziehen und ausstossen konnte, und von der vollständigen Trennung beider Vagi. Der unterhalb des Instruments befindliche Theil der Trachea war durch ein Blutgerinnsel in seiner Lichtung verengert. Die Schleimhaut desselben nicht injicirt. Die Lungen von durchaus normaler Farbe, sowohl an der Oberfläche als in ihrem Innern. Nirgends ein rother Punkt oder Fleck oder eine luftleere Stelle. Dagegen sind 1) an vielen Stellen Gruppen stark erweiterter Lungenbläschen vorhanden, und 2) die Lungen umfänglicher als im normalen Zustande. Keine Flüssigkeit in den Luftwegen†).

Den für uns allerdings unbegründeten Einwand, dass in diesen Versuchen die Oeffnung, durch welche die Lungen mit der atmosphärischen Luft in Verbindung standen, möglicherweise doch grösser gewesen sein könne als die natürlich verengerte Stimmritze, und die diese Oeffnung begrenzenden Theile durch ihre grössere Starrheit dem Luftstrom beim Ausathmen einen grösseren Widerstand entgegenzusetzen vermochten als die dehnsamen Stimmbänder, und dass diese beiden Umstände zusammengenommen vielleicht das Zustandekommen der Lungenerkrankung verhindert haben, diesen Einwand beseitigen wir vollständig durch die folgende Reihe von Versuchen, in welchen, ausser der Durchschneidung der Vagi, nichts Anderes unternommen wird, als: die Unterbindung des Halstheils des Oesophagus und dessen Durchschneidung oberhalb der Unterbindungsstelle.

Exp. XX. Den 4. Juni nach 2 Uhr wird einem mittelgrossen, schwarzen Kaninchen, nach vorhergegangener Durchschneidung beider Vagi, der Oesophagus mitten am Halse unterbunden und oberhalb der Ligatur durchschnitten. Das Thier machte den 5ten gegen 11 Uhr Vormittags 26 Athemzüge in der Minute und starb nach

†) Also auch hier wieder „Gruppen stark erweiterter Lungenbläschen" in Folge einer beträchtlichen Verengerung des Zugangs zum Athmungsapparat (vergl. die Anm. p. 22).

3 Uhr Nachmittags. Es hatte mithin 25 Stunden nach der Operation gelebt. Es wurde ungefähr $\frac{1}{2}$ Stunde nach dem Ableben geöffnet. Die Luftröhrenschleimhaut bloss oberhalb der Bifurcation in geringem Umfange injicirt, nur wenig schaumige Flüssigkeit in den Luftwegen. Die Lungen umfänglicher als normal. Die oberen Lappen und der linke untere haben eine dunklere Färbung als der rechte untere; dieselbe ist hervorgebracht durch eine Menge dicht gedrängter, feiner, rother Punkte, zwischen welchen erweiterte, mit Luft gefüllte Lungenbläschen liegen. Die Lungen lassen sich leicht und vollständig aufblasen, bleiben aber nach dem Aufblasen etwas röther als normal. Auch auf den Durchschnitten nirgends eine luftleere Stelle.

Exp. XXI. Den 7ten. Gestern Nachmittags um 2 Uhr wurden dieselben Operationen an einem fast eben so grossen und eben so gefärbten Kaninchen ausgeführt. Die Athemzüge waren auch nach dem Aufbinden nicht zählbar, nach Durchschneidung der Vagi dagegen 28 in der Minute. Als aber hierauf der Oesophagus, der schon vorher unterbunden worden, durchschnitten wurde, wurde das Zählen des Athems unmöglich. Heute Morgen um 11 Uhr aber machte das Thier 20 regelmässige Athemzüge in der Minute. Hierauf Strychninlösung in den After, worauf es unter den bekannten Zuckungen verendete. Bald darauf die Eröffnung der Brusthöhle, wobei die durchschnittenen Muskeln noch zuckten. Vorher hatte man sich genau von der vollständig stattgefundenen Trennung der Vagi überzeugt. Auf der eiternden Wunde am Halse lag eine ziemlich starke Schicht schaumigen Schleims. Dagegen war nichts davon in den Luftwegen enthalten; selbst durch Druck auf die Lungen konnte man nichts in die Trachea pressen. Die Schleimhaut der Luftröhre reichlich injicirt. Die Lungen von normalem Umfang. Die vorderen Ränder der oberen Lappen emphysematös. Die Lungen, dem Gefühl nach, vollständig lufthaltig. Die Oberfläche derselben hell schmutzigroth, also etwas röther als im normalen Zustande. Diese Färbung verschwindet nach dem Aufblasen vollständig. Die aufgeblasenen Lungen zeigen keine rothen Punkte und Flecke, wie im vorigen Fall. Nur an der hinteren Fläche der unteren Lappen mehrere (vielleicht 6—8 an jedem) grieskorngrosse, dunkelrothe Punkte, welche durchs Aufblasen nicht verschwinden. Auf dem Durchschnitt ist der absichtlich nicht aufgeblasene obere Lappen der rechten Lunge röther als im normalen Zustande; dagegen keine dunkelrothe oder graue luftleere Stelle zu bemerken, eben so wenig auf Durchschnitten der bereits aufgeblasenen Theile.

Auch sind nirgends Speisereste zu entdecken. Das Blut im Herzen vollkommen flüssig.

Exp. XXII. Den 8ten. Ein drittes, eben so grosses und gefärbtes Kaninchen, als die beiden vorhergehenden, wurde vorgestern nach 3 Uhr denselben Vornahmen unterworfen. Vor und nach denselben war es unmöglich, den Athem zu zählen. Dagegen war gestern Abend (vorher wurde nicht darauf geachtet) die Athemzahl = 20. Das Thier starb in der Nacht zwischen 12 und 1 Uhr, hatte also zwischen 33 und 34 Stunden gelebt, demnach länger als alle die Thiere, denen nur die Vagi waren durchschnitten worden, bei denen die Verwundung also geringer gewesen war. Die Section wurde heute Morgen 9 Uhr gemacht. Das Blut im Herzen vollständig geronnen. Die Gerinnsel sehr derb. Die Schleimhaut der Luftröhre injicirt, wie im vorigen Falle. Anhäufung von weisser, schaumiger, klebriger Flüssigkeit in den Luftwegen. Die Lungenflügel von grösserem Umfange als im normalen Zustande, derber anzufühlen, wie ödematöse Lungenpartieen beim Menschen. Die Oberfläche dunkler als im normalen Zustande, reichlich roth punktirt. Mit der Lupe betrachtet, zeigt sie allenthalben lufthaltige Lungenbläschen, nirgends eine Spur von rother Verdichtung. Vollständige Aufblasbarkeit. Beim Aufblasen bekamen beide Lungen ihre normale Grundfarbe, dagegen blieben die rothen Punkte, nur dass sie heller geworden und mehr aus einander gerückt waren. Auch auf den Durchschnitten keine Spur von luftleeren Stellen. Nirgends Speisereste. Die Speiseröhre unterhalb der Unterbindungsstelle leer, wie in den vorhergehenden Fällen. Die vorderen Ränder beider Lungen und die Spitze der oberen Lappen emphysematös.

Exp. XXIII. Ein kleines, weisses Kaninchen machte, auf den Rücken gebunden,

	Athemzüge in der Min.
nach Durchschneidung der Halshaut	72
- - des rechten Vagus . . .	69
- - - linken -	26
- Unterbindung der Speiseröhre und Durchschneidung derselben oberhalb der unterbundenen Stelle	28

Diese Beobachtungen wurden den 15. Juli, Nachmittags 4 Uhr, gemacht.

	Athemzüge in der Min.
Am anderen Tage Morgens 11¾ Uhr	28
nach Bewegungen des Thieres	34—40

Das Einathmen ist mit einem Geräusch verbunden und länger als die Ausathmung; während dieser letzteren ist häufig ein Rasselgeräusch vernehmbar. Nachmittag Tödtung durch Strychnin (per anum). Das Thier hatte über 22 Stunden gelebt. Section bald nach dem Tode. Das Blut im Herzen flüssig. Vagi waren vollständig getrennt. Trachealschleimhaut reichlich roth punktirt und stellenweise injicirt. Auf der Halswunde schaumiger Schleim. In der Trachea und den Bronchien nichts von Flüssigkeit. Umfang der Lungen normal. Der vordere Theil der Rippenfläche des oberen rechten Lappens fein roth punktirt. Sonst nirgends etwas Anomales.

Exp. XXIV. Den 17. Juli. Gestern 6½ Uhr Nachmittags wurden einem grossen, weissen Kaninchen die Vagi durchschnitten; vorher 160 Athemzüge, nach der Durchschneidung 48. Hierauf wurde der Oesophagus unterbunden und oberhalb der Unterbindung durchschnitten. Ein sehr lauter Ton bei jeder Einathmung. Als das Thier losgebunden und auf die Beine gestellt war, machte es nur 28 Züge in der Minute. Heute Morgen gegen 10 Uhr dagegen 72; gleichzeitig wird eine zähe, klebrige, schleimige Flüssigkeit auf der Halswunde bemerkt. Nachmittags 2½ Uhr 68 Respirationen, Nachmittags 6½ Uhr 38 (als Mittel aus drei Zählungen). Das Thier wird nun durch Strychnin (per anum) vergiftet. Es hatte demnach gerade 24 Stunden gelebt. Es wurde gleich darauf geöffnet. Die Luftröhrenschleimhaut injicirt, eben so die der Bronchi an der vorderen (beim Thiere unteren) Fläche. Lungen nicht umfänglicher als normal; nirgends eine dunkelrothe, luftleere Stelle; die Oberfläche etwas röther als normal, am stärksten an den hinteren unteren Abschnitten der rechten Lunge. Die Röthe ist hell, der des Ziegelmehls entsprechend, nicht durch Aneinanderreihung mit blossen Augen sichtbarer Punkte hervorgebracht; hier und da ragen, wie gewöhnlich auch bei ganz normalen Lungen, Läppchen oder Läppchengruppen als weissliche Hügel über die Oberfläche; Stücke aus den hinteren unteren Partieen des rechten unteren Lappens, selbst hanfkorngrosse, schwimmen vollständig auf dem Wasser. Als der übrige Theil beider Lungen aufgeblasen wird, verliert er auch die rothe Farbe, und das nach dem Aufblasen zusammengefallene Lungengewebe unterscheidet sich in nichts von gesundem, ausser dass die Schnittflächen eine hell ziegelrothe Farbe zeigen. Es lässt sich, selbst beim stärksten Druck, nur äusserst wenig Flüssigkeit auspressen, nur so viel wie aus jedem gesunden Lungenstück. Im Herzen nur wenig flüssiges, keine Spur von geronnenem

Blut. Wie in allen früheren Fällen hatte man sich auch hier von der vollständigen Trennung der Vagi überzeugt.

Exp. XXV. Den 31. Juli. Gestern Nachmittags 6½ Uhr wurden einem dunkel gefärbten, mittelgrossen Kaninchen die Vagi, hierauf der am Halse unterbundene Oesophagus oberhalb der Unterbindung durchschnitten. Gleich nachher floss viel Schleim aus dem oberen Theil des Oesophagus. Heute Nachmittag um dieselbe Zeit, also 24 Stunden später, Tödtung des Thieres durch Strychnin (per anum). Die vorher gemachte Zählung der Athemzüge ergab 28 in der Minute (bei jeder Einathmung Oeffnung des Mundes und Zurückziehen des Kopfes). Schleim auf der Halswunde. Lungen von natürlichem Umfange und blass rosenrother Färbung; hier und da runde, gelblichweisse Bläschenhaufen. Nirgends Punktirung der Lungenoberfläche, nirgends rothe, luftleere Stellen, weder an der Oberfläche noch auf den Rissflächen. Keine Flüssigkeit in den Luftwegen. Injection der Trachealschleimhaut. Dunkle Röthung an der Stelle, welche der Unterbindung des Oesophagus entspricht. Die Vagi waren, wie man sich nachträglich überzeugte, vollkommen durchschnitten.

In allen diesen Versuchen waren beide Vagi am Halse durchschnitten und die Trennung, wie man sich nachträglich überzeugte, eine vollständige gewesen. In allen sechs Versuchen mussten demnach: Verengerung der Stimmritze und Bewegungslosigkeit ihrer Schenkel eingetreten sein.

Da die Oesophagotomie aber weder die verengerte Stimmritze wieder zu erweitern noch den bewegungslosen Stimmbändern ihre Bewegungsfähigkeit wiederzugeben vermag, so hatte die Verengerung der Stimmritze und die Bewegungslosigkeit ihrer Schenkel in einem Falle (Exp. XXI.) 21 Stunden, in einem (Exp. XXIII.) 22 Stunden, in zwei Fällen (Exp. XXIV. und XXV.) 24 Stunden, in einem Falle (Exp. XX.) 25 Stunden, in einem (Exp. XXII.) sogar 33 Stunden bestanden. Und doch fand sich in keinem dieser Fälle auch nur an einer Stelle der Lungen jener Zustand, in dem sich, nach Durchschneidung der Vagi, ohne Oesophagotomie, schon nach 20 Stunden stets wenigstens ein Drittheil beider Lungen befindet. Wäre dieser Zustand von der Verengerung der Stimmritze oder der Bewegungslosigkeit ihrer Schenkel bedingt, so müsste er nothwendigerweise auch in jenen Fällen, wo die Verengerung der Stimmritze u. s. w. durchschnittlich die gleiche war und hinlängliche Zeit bestanden hatte, eingetreten sein. Die Thatsache, dass er trotzdem nicht eingetreten, beweist unzweifelhaft, dass

er weder von der Verengerung der Stimmritze noch von der Bewegungslosigkeit der Stimmbänder, noch auch von beiden zugleich bedingt sein könne. Und damit ist denn auch die Hypothese B. positiv widerlegt.

Wir sehen also, dass alles das, was bis jetzt über die Ursachen der Lungenerkrankung nach Durchschneidung der Vagi gesagt worden, nicht nur hypothetisch ist, sondern auch mit den Thatsachen im Widerspruch steht.

b) Die wirklichen Ursachen.

Man hatte bis jetzt eine dritte Erscheinung, welche nach Durchschneidung der Vagi an der Stimmritze auftritt, in ihrer ursächlichen Beziehung zur Lungenerkrankung vernachlässigt: die bereits erwähnte Unfähigkeit der Stimmritze, sich beim Schlingen zu schliessen, von deren Bestehen wir uns durch den Augenschein überzeugt haben.

Nach J. Müller (Physiolog. 3. Aufl. Bd. 1. p. 350) ist Mayer der Erste, welcher, nach Durchschneidung der Vagi, zwar nicht immer, aber doch häufig, aus dem Magen regurgitirtes Futter, welches durch die erschlaffte (?) und empfindliche Glottis hindurchgetreten war, in der Luftröhre und in den Bronchien fand. Und Valentin bemerkt, dass diese Futterreste sogar in die Lungen selbst hineingerathen und hier, wie Mayer glaube, neue Exsudationen hervorrufen können. (*De function. p. 51.*)

Nach unseren Beobachtungen ist die Anwesenheit grüner, mit Sand und Haaren gemengter Massen in den Luftwegen der Kaninchen nach Durchschneidung der Vagi eine fast ausnahmslose. In einer Reihe von Fällen ist die Menge dieser Massen allerdings so gering, dass sie leicht übersehen werden können, wenn man nicht wie wir es gethan, die Lungen nach allen Richtungen durchschneidet und die Schnittflächen mit der Lupe betrachtet.*)

Wie diese Massen in die Luftwege gerathen, ist nur begreiflich dadurch, dass die Stimmritze, welche im normalen Zustande während jedes Schlingaktes vollständig geschlossen wird, nach Durch-

---

*) Dass diese Massen aus dem Magen stammen, haben auch wir zuerst geglaubt, als wir Anfangs, nach jeder Durchschneidung der Vagi, den Oesophagus von ihnen angefüllt fanden. Wir mussten diese Ansicht aufgeben, als wir die Anfüllung des Oesophagus bei seiner Unterbindung am Halse, natürlich unterhalb derselben, vermissten, trotzdem im Magen selbst sich Speisereste in Menge befanden.

schneidung der Vagi nicht bloss verengert wird, sondern auch beständig geöffnet bleibt. Und dennoch haben sogar diejenigen Schriftsteller, welche die Functionsstörungen nach Durchschneidung der Vagi am gründlichsten studirt haben, merkwürdigerweise nur die Verengerung der Stimmritze ins Auge gefasst. Wir finden des Offenbleibens der Stimmritze während des Schlingaktes, als einer nothwendigen Folge der Durchschneidung der Vagi, weder bei Valentin noch bei Longet Erwähnung gethan, geschweige denn durch directe Versuche nachgewiesen.

Dagegen lesen wir in dem erwähnten Aufsatze des Hrn. Bernard über die Functionen des N. accessorius *(Archiv. génér. 4e Sér., Tom. V. p. 74)* folgende Stelle:

„Es ist bekannt, dass bei einem gesunden Thiere in dem Augenblick, wo der Schlund den Speisebissen erhält, nicht nur eine Reaction der Constrictores pharyng., welche den Bissen in den Oesophagus treiben, sondern auch eine Abwärtsbewegung der Epiglottis und vollständige Verschliessung der Stimmritze stattfindet, so dass beim normalen Schlingen zwei gesonderte Muskelactionen vor sich gehen, die eine, welche die Speisen nach dem Magen befördert, die andere, welche den Kehlkopf schliesst und den Eintritt der Speisen in die Luftwege abhält. Die rein mechanischen Verrichtungen der Epiglottis genügen nicht, um diese nothwendige Verschliessung der Kehlkopfsöffnung zu bewirken. Die Versuche Magendie's und Longet's u. s. w., so wie eine Menge pathologischer Fälle stimmen in dem Endresultat überein, dass die Epiglottis zerstört werden kann, ohne das Schlingen fester Bissen merklich zu stören.“

Wenn derselbe Forscher aber hinzufügt:

„Wir müssen darauf hinweisen, dass es die Thätigkeit der Schlundmuskeln ist, durch welche die obere Oeffnung des Kehlkopfs geschlossen und das Athmen aufgehoben wird während des Schlingaktes“,

und bald darauf bemerkt:

„dass die Verengerung der Stimmritze während des Schlingaktes deshalb unabhängig von den Larynxmuskeln sei, weil sie, nach Longet's Versuchen an Hunden, auch dann noch zu Stande kommen könne, wenn alle Nerven des Kehlkopfs und der Kehldeckel ausgeschnitten worden“,

so müssen wir diese Behauptungen nach unseren (vorstehenden) Versuchen für unbegründet erklären. Wir haben im Gegentheil gesehen: 1) dass nach Trennung des Kehlkopfs vom Schlunde

die Verschliessung der Stimmritze auf jedesmalige Reizung des Schlundes eintrat. also unter Umständen, wo sie von der Zusammenziehung der Schlundmuskelfasern nicht bedingt sein konnte; und 2) dass die Stimmritze dagegen von dem Augenblick an, trotz wiederholter Reizung des Schlundes, geöffnet blieb, als die Laryngei inferiores durchschnitten waren. Wir haben dies, wie zu lesen ist, nicht blos an Kaninchen, sondern auch an Hunden beobachtet, wogegen Longet, nach Bernard's Aeusserungen zu schliessen, sich nicht, wie wir, durch unmittelbare Anschauung der Stimmritze während des Schlingaktes von der Sachlage überzeugt hat. Weshalb hätte er sonst die Epiglottis ausgeschnitten, die doch gerade bei dergleichen Versuchen, wie die unserigen, zur Fixirung des Kehlkopfes nothwendig ist? Ohne Zweifel hat Longet den Schluss: dass die Verschliessung der Stimmritze während des Schlingens auch nach der Entfernung der Epiglottis und Lähmung aller Kehlkopfsmuskeln wirklich stattfinde, nur daraus gezogen, dass er, nach dem Tode der Thiere, keine Speisereste in den Bronchien vorfand.*)

Wie unsicher aber dieser Schluss ist, geht aus einer Anmerkung Bernard's hervor, worin er selbst auf das verschiedene Verhalten der Speisebissen bei Kaninchen und Katzen aufmerksam macht. „Kaninchen, heisst es hier, verwandeln ihr Futter, durch Zerreiben, in Bissen, deren kleine Partikeln wenig Zusammenhang unter einander haben, während Katzen das Fleisch, von dem sie sich nähren, einfach mit den Zähnen zerreissend, in Bissen verschlingen, deren Theile vereinigt bleiben und dadurch weniger geeignet sind, durch die geöffnete Glottis zu treten."

Das Letztere gilt bekanntlich auch von Hunden, daher denn Longet, welcher nur an Hunden experimentirte, bei seiner Methode, zu einem der Natur widersprechenden Ergebniss kommen musste.

Wenn es aber einerseits bewiesen ist, dass, nach Durchschneidung der Vagi. die Stimmritze während des Schlingens, trotz der Unversehrtheit des Schlundes, geöffnet bleibt, so ist andererseits durch die Anwesenheit eben der Speisereste in den Luftwegen der Beweis auch dafür geliefert, dass die Epiglottis unter denselben Umständen nicht hinreicht, die Schliessung der Stimmritze durch die Kehlkopfsmuskeln zu ersetzen, das heisst, für sich den Ueber-

---

*) Wir konnten das hierher gehörige Mémoire Longet's leider selbst auf buchhändlerischem Wege nicht erhalten.

gang bestimmter Massen aus dem Schlunde in die Luftwege zu verhindern.

Man könnte nun, nach dem Vorgange Mayer's, 'weiter auf die Vermuthung kommen, dass es eben diese Speisereste seien, welche die Lungenerkrankung nach Durchschneidung der Vagi hervorrufen, zumal wir selbst sie beständig in den Luftwegen angetroffen haben — und Bernard nach Entfernung der Accessorii, in Folge deren die Stimmritze stets die Fähigkeit, sich beim Versuch zu schreien, beim Schlingen u. s. w. zu schliessen, verliert, nicht nur Speisereste in grosser Menge in den Bronchien, sondern auch die oberen Lungenlappen hepatisirt gefunden hat.

Doch diese Vermuthung erweist sich als unstatthaft Angesichts der Thatsache, dass die Lungenaffection nach Durchschneidung der Vagi auch bei solchen Thieren erscheint, in deren Luftwegen sich keine Spur von Speiseresten auffinden lässt — wie eben bei Hunden, wo weder wir, noch einer der früheren Beobachter dergleichen bemerkt haben. Sogar bei Kaninchen erscheint die Lungenaffection, und zwar in nicht geringerer Ausdehnung, unter Umständen, wo das Hineintreten von Speiseresten in die Luftwege vollkommen verhindert war.

Exp. XXVI. Den 16. Juli wird einem sehr grossen, weissen Kaninchen, welches, auf den Rücken gebunden, nach Durchschneidung der Halshaut, 112 Athemzüge machte, der Oesophagus mitten am Halse unterbunden, so dass der Verkehr zwischen dem Magen und Schlunde vollständig unterbrochen war; als hierauf die Vagi durchschnitten waren, machte das Thier nur noch 44 und auf die Beine gestellt 32 Züge in der Minute. Es starb 19 Stunden nach der Operation. Section 3 Stunden *post mortem*. Blut im Herzen geronnen. Oesophagus, ober- und unterhalb der Unterbindung, leer. Trachealschleimhaut reichlich roth punktirt; innerhalb der Luftwege viel weisse, schaumige Flüssigkeit, welche, mikroskopisch untersucht, keine Gluge'schen Entzündungskugeln enthält. Lungen voluminöser als normal, reichlich roth punktirt. Der mittlere rechte und obere linke Lappen fast im ganzen Umfange gleichmässig dunkel geröthet, sehr resistent, luftleer. Schnittfläche eben so gefärbt, wie die Oberfläche, mehr oder weniger zahlreiche, über den rothen Grund etwas erhabene, grauweisse Flecke darbietend und auf Druck eine luftblasenleere röthliche Flüssigkeit ergiessend. Hier und da in den Bronchien einige Haare, aber nirgends, obwohl man mit der Lupe untersuchte, grün gefärbte Massen. Die Schnittflächen der

anderen Lappen gelblich, röthlich gefleckt, auf Druck eine schaumige Flüssigkeit in ziemlich grosser Menge ergiessend.

Exp. XXVII. Den 29sten. Ein weisses, erwachsenes, männliches Kaninchen, dem gestern Nachmittags der Oesophagus am unteren Drittheil des Halses unterbunden und hierauf die Vagi waren durchschnitten worden, starb heute 7½ Uhr, 27½ Stunden nach der Operation. Es machte gestern Abend, nachdem es auf den Tisch gestellt worden, 50 Athemzüge in der Minute. Heute, kurz vor dem Tode, wurden bei jeder Einathmung Einziehung des Unterleibes oberhalb der Beckenknochen, Hebung der Rippen und Oeffnung des Mundes bemerkt. Oberhalb der Unterbindungsstelle des Oesophagus fand sich in demselben eine dicke, gelbe Flüssigkeit, welche weder die Zähigkeit noch die Klebrigkeit des Schleims besass. Die Schleimhaut der Bronchi reichlich injicirt, dagegen nicht die der Trachea. Die Lungen voluminöser als normal. Die oberen Lappen und die angrenzenden Partieen der unteren durchaus (gleichmässig) dunkelroth, derb, luftleer. Die so beschaffenen oberen Partieen beider Lungen sind scharf abgegrenzt von den unteren, welche reichlich, fein roth punktirt sind. Die Pleura beider Lungen von einer dünnen Schicht weissen Exsudats überzogen, eben so die reichlich injicirte und punktirte Rippenpleura. Innerhalb jeder Pleurahöhle ungefähr zwei Drachmen tropfbarer Flüssigkeit. Es wird nur die rechte Lunge (durch den entsprechenden Bronchus) aufgeblasen. Während hierdurch der untere Lappen den gewöhnlichen Umfang erhält, dehnen sich die beiden oberen (dunkelrothen, derben) Lappen nur wenig aus und bekommen nur stellenweise an der Oberfläche eine hellere Färbung mit dunkelrothen, vertieften Punkten. Auf den Durchschnitten dieser Lappen zeigt sich an vielen Stellen eine weisse Masse ins Gewebe infiltrirt und bei Seitendruck kommen aus den durchschnittenen feinen Bronchien wurstförmige, mitunter 1½ Linien lange, consistente, gelbe Pfröpfe, aus anderen eine gelbe, dicke, wenig Luftblasen enthaltende Flüssigkeit. Der unaufgeblasene obere Lappen der linken Lunge zeigt auf Durchschnitten eine dunkelrothe Färbung wie die Oberfläche, keine lufthaltigen Lungenbläschen; sonst dieselben Erscheinungen, wie der rechte obere. Die unteren Lappen beider Lungen verhalten sich bis auf die rothe Punktirung der Oberfläche und den grösseren Umfang normal. Sie sind von nur wenig Flüssigkeit durchtränkt. Auf der inneren Fläche des Herzbeutels eben solche Exsudationen wie auf der inneren Pleurafläche. Das Blut im Herzen vollkommen flüssig. Die Section war 2—3 Minuten nach dem Tode des Thieres gemacht worden. Die

Untersuchung der Schnittflächen des Lungengewebes geschah mit Hülfe der Lupe. Nirgends waren grüne Massen zu entdecken.

Dass aber nichtsdestoweniger das Moment, welches die Lungenerkrankung nach Durchschneidung der Vagi herbeiführt, dennoch im Verdauungsapparat sich befinden müsse, haben wir aus jener Reihe von Versuchen ersehen, wo ausser den Nn. vagi auch der Halstheil des Oesophagus war durchschnitten worden. — Die Durchschneidung des Oesophagus konnte das Zustandekommen der Lungenaffection nur verhindert haben, indem durch sie ein oberhalb der Durchschneidungsstelle, im Schlunde oder in der Mundhöhle, vorhandenes Moment wirkungslos gemacht oder überhaupt beseitigt wurde.

Dem aufmerksamen Leser wird es nicht entgangen sein, dass in mehreren der Fälle von gleichzeitiger Durchschneidung der Vagi und des Oesophagus, wo das Lungenleiden nicht erschienen war, sich auf der Halswunde eine Masse fand, welche sich durch ihre physikalischen Eigenschaften als Schleim kennzeichnete.

Um uns zunächst zu überzeugen, in welcher Menge diese Flüssigkeit abgesondert wird, und welche Eigenschaften sie besitze, befestigten wir, nach gleichzeitiger Durchschneidung der Vagi und der Speiseröhre, den oberen Abschnitt der letzteren in dem Halse einer kleinen Gummiflasche, welche etwas mehr als einen starken Esslöffel Flüssigkeit fassen konnte.

Exp. XXVIII. Den 24. Juni. Gestern Nachmittags 3 Uhr wurde einem grossen, weissen Kaninchen der Oesophagus dicht oberhalb des Brustbeins unterbunden und oberhalb der Unterbindung durchschnitten; hierauf Durchschneidung beider Vagi und Befestigung des oberen Theils des Oesophagus in dem Halse eines Gummifläschchens. Das Thier starb heute Morgen gegen 10 Uhr, hatte demnach 19 Stunden gelebt. Das Gummifläschchen, welches seine Lage vollständig beibehalten hatte, enthielt ungefähr einen Esslöffel einer röthlichen, trüben, klebrigen, dicken, mit weisslichen Flocken untermengten Flüssigkeit, welche unter dem Mikroskop: Pflaster-Epithelialzellen, Schleimkörperchen, Blutkörperchen und Fetttropfen zeigte.

Die Luftröhrenschleimhaut nur stellenweise und nicht reichlich injicirt. In den Luftwegen nur wenige schaumige Flüssigkeit. Lun-

gen etwas umfänglicher als gewöhnlich. Die oberen Zipfel beider oberen Lungenlappen, besonders der des rechten, zeigen Bläschen die 4—6 Mal so gross waren, als die der anderen Lungenpartieen. Diese Stellen waren weiss. Die Oberfläche beider Lungen sehr reichlich roth punktirt. Unter der Lupe zeigte sich ein Netzwerk blaurother Linien, in dessen Maschen normale Lungenbläschengruppen. — Ausserdem zeigen sich an der Oberfläche beider Lungen 10—12 gries- bis hirsekorngrosse, runde, rothe Flecke, welche auch unter der Lupe eine gleichmässige Färbung darbieten. Ueberall aber an der Oberfläche wie auf den Durchschnitten (sowohl mit blossem Auge als mit der Lupe betrachtet) normal lufthaltiges Gewebe; nirgends luftleere rothe oder infiltrirte Stellen.

Exp. XXIX. Den 26. Juni. Gestern Nachmittags 4 Uhr wurde einem erwachsenen, grauen Kaninchen der Oesophagus oberhalb des Brustbeins unterbunden und, nach hierauf erfolgter Durchschneidung der Vagi, ebenfalls dicht oberhalb der Unterbindung durchschnitten. Der obere Theil wurde in dem Halse der bereits gebrauchten Gummiflasche befestigt. Diese wurde heute Nachmittag um 2½ Uhr entfernt und enthielt eine schmutzig röthliche, zähe Flüssigkeit, in welcher eine bedeutende Menge eines dicken grünen Satzes wahrzunehmen ist. Um 6½ Uhr Tödtung des Thieres durch Strychn. nitric.; es hatte mithin 26½ Stunden gelebt. Vor der Vergiftung 20 lange Einathmungen in der Minute, mit geringer Hebung der Rippen und einem tiefen Geräusch verbunden. — Die Vagi waren, wie man sich nachträglich überzeugte, vollkommen durchschnitten worden. Luftröhrenschleimhaut sehr spärlich injicirt; keine Flüssigkeit in den Luftwegen, dagegen an der hinteren Wand der Trachea ein grüner, breiiger Flocken von Linsengrösse (sonst aber nirgends Speisereste, weder in den Luftwegen noch im Lungenparenchym). Lungen nicht umfänglicher als gewöhnlich, von normaler Dichtigkeit, nirgends eine luftleere Stelle vorhanden. Das hintere untere Drittheil beider Lungen gleichmässig hellroth gefärbt; die aus dem unteren Drittheil der nicht aufgeblasenen linken Lunge herausgeschnittenen Stücke, selbst linsengrosse, schwimmen im Wasser.

Da dieses Thier sich an einem Orte befunden hatte, wo keine Spur von Futter vorhanden war, andererseits aber das (mögliche!?) Austreten von Futterresten aus dem Magen durch die Unterbindung verhindert war, so konnte der erwähnte grüne Satz nur aus dem eigenen Koth des Thieres bestehen, den es in Ermangelung anderer Stoffe zu sich genommen hatte. Und in der That haben

wir dies mehrere Male unmittelbar beobachtet. Daraus allein aber auf eine durch die Vagidurchschneidung verursachte Entartung des Geschmackes zu schliessen, wäre mindestens eben so voreilig, als der lediglich aus der Anfüllung der Speiseröhre gezogene Schluss: dass die Thiere, denen die Vagi durchschnitten sind, das Gefühl der Sättigung verlieren.

Für uns ist die Kenntniss jener Thatsache nur deshalb wichtig, weil mit ihr ein Mittel gegeben ist, die aus dem Schlunde abfliessende Flüssigkeit rein zu erhalten. Das Verschlingen der Fäces durch Befestigung des Unterkiefers an den Oberkiefer zu verhindern, ist deshalb misslich, weil bald nach der Durchschneidung der Vagi die Nasenlöcher mit einer Menge Schleim sich füllen, wodurch das Einziehen der Luft durch den Mund nöthig gemacht wird. Die Thiere würden durch Erstickung zu Grunde gehen, bevor ein genügendes Maass der Flüssigkeit aufgefangen ist oder vielmehr dasjenige Maass, welches nöthig ist, um die Veränderungen der Lungensubstanz in dem gewöhnlichen Umfange hervorzubringen.

Wir haben daher den zu den folgenden Versuchen verwendeten Thieren bald nach der Operation (d. h. nach Durchschneidung der Vagi und Befestigung des oberen Oesophagustheils in einer Gummiflasche) die Hinterbeine auf einem Brett so befestigt, dass es ihnen unmöglich war, sich umzuwenden und mit dem Munde diejenige Stelle zu erreichen, auf welcher die Ausscheidungen sich anhäuften.

Exp. XXX. Den 5. September. Gestern Mittags 11½ Uhr wurden einem dunkel gefärbten, erwachsenen Kaninchen die Vagi, so wie der Oesophagus am unteren Drittheil des Halses durchschnitten und das obere Ende in dem Halse einer Gummiflasche befestigt. Das Thier wurde auf die angegebene Weise verhindert, irgend welche Stoffe zu sich zu nehmen. Heute um 12½ Uhr Mittags wurde die Gummiflasche abgenommen. Sie enthielt ungefähr einen halben Esslöffel einer gleichförmig schmutzig rothen Flüssigkeit von geringerer als Syrupconsistenz, in welcher grauweisse fadige Flocken enthalten sind, welche sich nach einiger Zeit zu Boden setzen. Die mikroskopische Untersuchung zeigt *a*) eine grosse Menge runder Körperchen, welche in allen Eigenschaften mit den Schleimkörperchen im menschlichen Speichel übereinstimmen; *b*) eine grosse Menge Pflasterepithel, welches in Gruppen zusammengefügt ist, und *c*) ziemlich viel Blutkörperchen.

Exp. XXXI. Den 14ten. Gestern Nachmittags 4 Uhr waren

einem erwachsenen, gefärbten Kaninchen die Vagi durchschnitten und darauf das obere Ende des ebenfalls durchschnittenen Oesophagus in eine Gummiflasche eingebunden worden. — Heute Morgen 10½ Uhr Section, nachdem um 9 Uhr die Gummiflasche abgelöst worden war.

Dieselbe enthielt fast einen Esslöffel Flüssigkeit. Diese ist röthlich, von der Consistenz des Schleims, welcher im Beginn des Schnupfens aus der Nase fliesst; innerhalb derselben eine Menge feiner grauweisser Flocken. Nachdem die Flüssigkeit 2 Stunden gestanden hatte, hatten sich die Flocken als weisser Satz abgeschieden. Das darüber stehende Fluidum zeigte unter dem Mikroskop nichts als spärliche Blutkörperchen. Dagegen zeigte ein Tropfen der mit dem Satz innig gemengten Flüssigkeit: *a*) Pflasterepithelium, *b*) runde, halb durchsichtige Körperchen mit glatten Umrissen, von der Grösse der Eiterkörperchen (ein runder Kern wurde erst bei der Behandlung mit Brunnenwasser sichtbar); *c*) Blutkörperchen in geringer Menge; *d*) einige Amylonkugeln. Section sofort nach dem Tode. Blut im Herzen flüssig. In den Luftwegen eine mässige Menge schaumiger Flüssigkeit. Lungen voluminöser als gewöhnlich. Der bei weitem grösste Theil lufthaltig, von normaler Farbe; viele vergrösserte Lungenzellen. In den oberen Lappen einige kleine, rothe, luftleere, aber aufblasbare Stellen. Im oberen mittleren Lappen der rechten Lunge und im oberen Theil des unteren Lappens dieser Seite: luftleere, grauweisse Partien, deren Ober- und Schnittfläche unter der Lupe dichtgedrängte, weisse Punkte zeigt. Die Flüssigkeit aus diesen Stellen (unmittelbar unter der Pleura entnommen) enthält: *a*) sehr viel Pflasterepithelium von der Beschaffenheit des im Speichel befindlichen, *b*) noch viel mehr Körperchen von dem Verhalten der Eiterkörperchen, *c*) die grossen Lungenzellen, von denen später die Rede ist, in geringer Menge.

Exp. XXXII. Den 18ten. Einem sehr grossen, schwarzen Kaninchen waren gestern Nachmittags gegen 4 Uhr die Vagi durchschnitten und hierauf das obere Ende des am Halse durchschnittenen Oesophagus in dem Halse einer Gummiflasche befestigt worden. Heute Mittags gegen 12 Uhr wurde die Gummiflasche entfernt. Sie enthält an ¾ Esslöffel Flüssigkeit, auf deren Oberfläche viel weisser Schaum. Die Flüssigkeit war schmutzig-roth, von der im vorigen Falle erwähnten Consistenz; in derselben viele weisse Flocken; sie enthielt: *a*) Blutkörperchen, *b*) enorm viel Pflasterepithelium von verschiedener Grösse (die kleinsten Zellen

rundlich, viermal so gross als Schleimkörperchen, mit einem runden oder ovalen Kern, meist durchsichtig), *c*) Schleimkörperchen in grosser Anzahl.

Das Thier wurde den 19ten gegen 11 Uhr Vormittags, also 43 Stunden nach der Operation, (durch Strychnin) getödtet. Auf der Halswunde eine durchsichtige, zum Theil schaumige, zähe, klebrige, farblose Flüssigkeit, in der viel Pflasterepithelien und Schleimkörperchen. Lungen sehr voluminös, gelblich-weiss, die Lungenbläschen stark ausgedehnt; ausserdem noch zahlreiche, hanfkorn- bis erbsengrosse Gruppen gries- bis hirsekorngrosser (Lungen-) Bläschen an der Oberfläche zerstreut. Nirgends eine rothe, luftleere Stelle. Viel schaumige Flüssigkeit in den Luftwegen. Trachealschleimhaut reichlich injicirt und punktirt.

Bekanntlich werden, unter normalen Bedingungen, jene grossen kernhaltigen Platten, welche in so grosser Menge der Mundflüssigkeit beigemengt sind, nie in den Luftwegen angetroffen.

Lassen sich dieselben nun, nach Durchschneidung der Vagi, sowohl in der Trachea als in den Bronchien nachweisen, so ist ihre Anwesenheit daselbst ein Beweis dafür, dass auch die Flüssigkeit, der sie beigemengt sind, in Folge des Offenbleibens der Stimmritze, in die Luftwege gelangt ist.

Diesen Beweis zu liefern, fügen wir zu den beiden angeführten noch die folgenden Versuche.

Exp. XXXIII. Den 12. September Nachmittags 2 Uhr werden einem erwachsenen, dunkelgefärbten Kaninchen die Vagi durchschnitten; das Thier am andern Tage um 11 Uhr Vormittags durch Strychnin vergiftet.

a) In den Luftwegen sehr viel schaumige Flüssigkeit. In derselben: 1) eine grosse Menge Pflasterepithelium von der Beschaffenheit des dem Speichel beigemengten, und 2) Körperchen von der Grösse und dem Verhalten der Eiterkörperchen. Schon mit blossem Auge bemerkt man in der Flüssigkeit Flocken einer grauweissen, zähen Masse, welche bei mikroskopischer Untersuchung sich aus den genannten beiden Bestandtheilen zusammengesetzt erweist.

b) In den kleinen Bronchien eine dicke, gelbe Flüssigkeit, welche Pflasterepithelium und Eiterkörperchen (in grosser Menge) enthält.

c) Die Lungen umfänglicher als normal.

d) Ungefähr ein Drittheil des Parenchyms (d. h. der obere Lappen der linken Lunge, ein Theil des unteren dieser Seite, ein Theil des rechten oberen und oberen mittleren Lappens) luftleer. Die mit einer weisslichen Masse infiltrirten Läppchen sind durch braunrothe Linien geschieden. An den einzelnen Läppchen sieht man, mit der Lupe, dichtgedrängte, weisse Punkte. Die Schnittflächen dieser Theile sind trocken. Auf Seitendruck kommen verschiedene grosse gelbe Tropfen zum Vorschein. In der von der Schnittfläche des luftleeren Gewebes abgeschabten Flüssigkeit eine grosse Menge Eiterkörperchen.

e) Das lufthaltige Parenchym ist gelblich, ohne rothe Flecken und Linien.

Exp. XXXIV. und XXXV. Den 27. October. Vormittags 9 Uhr werden zweien erwachsenen Kaninchen die Vagi durchschnitten.

A. Um 3 Uhr Nachmittags, also 6 Stunden später, getödtet. Section bald darauf, während die Muskeln noch zuckten. Blut im Herzen flüssig. In den Luftwegen viel schaumige Flüssigkeit. In derselben Flocken einer weissgrauen, zähen Masse, welche grösstentheils aus Pflasterepithelium von der Beschaffenheit des der Mundflüssigkeit beigemengten besteht. Ausserdem befinden sich in der Flüssigkeit runde Zellen von der Grösse der Schleimkörperchen, mit glatter, feiner Contour. Bei Behandlung mit Brunnenwasser entfernt sich der Inhalt von dem grössten Theil der Zellenwand, er ist meist in 2, 3, 4 und mehrere zusammenhängende Partikeln getheilt. Keine Spur von Körnchenhaufen (Entzündungskugeln). Lungen grösser und normal. An dem hinteren Rande des unteren Lappens der rechten Lunge ein rother, in seiner Mitte schwarzrother Fleck von unregelmässiger Begrenzung und der Grösse eines Sechsers. In demselben Lungenbläschen. Der so gefärbte Theil des Parenchyms ist reichlicher von Flüssigkeit durchtränkt als die Umgebung. Ausserdem bemerkt man zwei vollständig luftleere Stellen von grösserem Umfang am rechten und linken oberen Lappen. Sie sind oberflächlich betrachtet, dunkel braunroth. Bei näherer Besichtigung aber findet man stellenweise in dem braunrothen Grunde zahlreiche dicht gedrängte weisse Punkte, zwei Abschnitte sogar durchaus weissgrau, auch auf dem Durchschnitt. Auf Seitendruck ergiesst sich von der Schnittfläche eine seröse Flüssigkeit mit wenig Luftblasen. Streicht man mit dem Skalpell scharf über die Schnittfläche, so erhält man eine undurchsichtige, röthlich-gelbe, zähe Flüssigkeit, welche eine

grosse Menge der oben beschriebenen (Eiter-) Körperchen enthält; durchaus keine Entzündungskugeln; auch kein Pflasterepithelium.

B. Gegen 8 Uhr Abends, also 11 Stunden nach der Durchschneidung der Vagi, getödtet. Section bald darauf. Blut im Herzen durchaus flüssig. Im Eingange des Kehlkopfs viel schleimige Flüssigkeit. In den Luftwegen viel schaumige, weisse, klebrige Flüssigkeit, welche graue, undurchsichtige Flocken aus Pflasterepithelium und Schleimkörperchen enthält, und wenige Stärkekörner. Lungen weit umfänglicher als in der Regel, blass ziegelroth, durchaus lufthaltig, bis auf zwei kleine Stellen im linken oberen Lappen. Dieselben sind hell braunroth, luftleer, unter dem Niveau der angrenzenden lufthaltigen Partieen. Bei näherer Besichtigung der Oberfläche findet sich an der einen ein schwach durcheinander gelblicher Fleck. Beide Stellen aufblasbar. In den Bronchien dieses Lappens eine dicke, gelbe Flüssigkeit.

In dem folgenden Versuch fanden wir die Platten des Pflasterepithels nicht nur in den Bronchien, sondern sogar im Lungenparenchym selbst.

Exp. XXXVI. Den 27. October, 9 Uhr Morgens, einem erwachsenen Kaninchen die Vagi durchschnitten; vier Stunden darauf Tödtung des Thiers mittelst Strychnin. nitric. Section bald nachher; während derselben Zuckungen der durchschnittenen Muskeln. Das Blut im Herzen durchaus flüssig. In den Luftwegen viel weisse, schaumige Flüssigkeit, und in dieser 1) viel Pflasterepithelium von der bereits erwähnten Beschaffenheit, 2) runde Kugeln von der Grösse der Schleimkörperchen im Speichel (Umrisse fein, Inhalt halbdurchsichtig, nicht körnig; bei Behandlung mit Brunnenwasser entfernt sich der Inhalt von der Zellenwand, wobei das Körperchen an Umfang zugenommen hat, und spaltet sich in 2, 3 und mehrere meist zusammenhängende Theilchen). 3) Zweimal so grosse Kugeln, sonst von demselben Aussehen und Verhalten, nur dass der bei der Behandlung mit Brunnenwasser sich von der Zellenwand entfernende Inhalt durchsichtig ist, sich nicht spaltet und einen runden Kern einschliesst. 4) Flimmerepithelium. Die Lungen weit grösser als normal, zeigen an der Oberfläche nur drei, kaum hanfkorngrosse, luftleere Stellen; ausserdem eine Anzahl etwas grösserer und kleinerer, halbdurchsichtiger, graulicher, an Luftbläschen armer Stellen von unregelmässiger Umgränzung. Die aus denselben genommene Flüssigkeit, welche sich dem äusseren Ansehen nach wie der im Anfang der Coryza abgesonderte Schleim verhält, zeigt unter dem Mikroskop ganz dieselben Bestandtheile, wie der

Inhalt der Luftröhre. Auch hier sieht man namentlich die grossen Epithelialplatten der Mundflüssigkeit in grosser Anzahl.

Wenn wir nun, nachdem das Hineintreten der im Munde abgesonderten Flüssigkeit in die Luftwege dargethan ist, nachweisen:

a) dass, wenn sie von den Luftwegen abgehalten wird, keine Lungenerkrankung eintritt, dass dagegen

b) wenn sie in die Luftwege eines gesunden Thieres eingespritzt wird, dieselbe Lungenerkrankung erscheint als wenn ihm die Vagi durchschnitten wären,

so erleidet es keinen Zweifel, dass die Veränderungen, welche sich nach Durchschneidung der Vagi in den Respirationsorganen zeigen, bedingt seien eben durch die im Munde abgesonderte Flüssigkeit, welche wegen Schliessungsunfähigkeit der Stimmritze in die Luftwege gelangt.

ad a. Das die Lungenaffection nach Abschliessung der Respirationshöhle vom Verdauungsapparat nicht eintritt, beweisen die bereits oben angeführten Versuche, welche wir zur Widerlegung der Hypothese *A* angestellt haben; ferner die Versuche mit dem Obturator, welche zur Widerlegung der Hypothese *B* dienten.

Das Ergebniss dieser Versuche wird verstärkt durch die folgenden Gegenversuche, in denen die Höhle des Athmungsorgans theils direkt mit der atmosphärischen Luft, theils mit der Mundhöhle in Verbindung stand und die Lungenaffection eintrat.

Exp. XXXVII. Den 8. August gegen Mittag wurden einem erwachsenen, kräftigen Hunde beide Vagi am Halse durchschnitten, hierauf in die vordere Wand der Luftröhre ein Röhrchen eingelegt, dessen Weite, dem Augenschein nach, nicht kleiner war als die einer normalen Stimmritze bei einem Hunde derselben Grösse. Der Hund starb am 11. Vormittags 10 Uhr. Section Nachmittags 5 Uhr. Im Herzen voluminöse, derbe, gelbe Gerinnsel, und zwar in beiden Herzhälften. Oesophagus leer. Im Röhrchen eine geringe Menge zäher, klebriger, grauer Flüssigkeit. Die Trachealschleimhaut injicirt, wie auch die der kleinsten Bronchien (Untersuchung mit der Lupe). In den Luftwegen eine weisse, schaumige Flüssigkeit. Lungen umfänglicher als normal. Die Oberfläche grossentheils abnorm gefärbt, die rechte in grösserer Ausdehnung als die linke. Es lässt sich nicht behaupten, dass die Erkrankung an einem bestimmten Theil der Lungenflügel überwiege (wie das bei Kaninchen wirklich der Fall ist), sie findet sich, stel-

lenweise, an allen Lappen. — Man bemerkt folgende verschiedene Zustände:

A) Lufthaltiges Lungengewebe. Dasselbe ist

a) entweder gelblich gefärbt und aus dichtgedrängten, nicht vergrösserten Lungenbläschen bestehend, wie im normalen Zustande;

b) oder grauroth; diese Färbung ist bedingt dadurch, dass die Gruppen normaler Lungenbläschen durch schmale, linienförmige, hellrothe Zwischenräume geschieden sind;

c) oder dunkelblauroth; hier überwiegt ein dunkelrother Grund an Ausdehnung die in demselben befindlichen, zerstreuten Lungenbläschengruppen. Von den Durchschnitten der so beschaffenen Stellen quillt, bei mässigem Seitendruck, eine reichliche Menge schaumiger Flüssigkeit, während sich an den gelben und graurothen Stellen, selbst bei stärkerem Druck, nur Spuren derselben zeigen.

B) Luftleeres Parenchym. Dasselbe ist

a) entweder braunroth mit eingesprengten weissen Flocken von verschiedener Grösse und unregelmässiger Gestalt, oder

b) graugelblich. Innerhalb des so gefärbten, mürben Gewebes finden sich

c) mehre (an 8, aber nicht in einem und demselben Lappen) runde, über das Niveau der Umgebung erhabene, intensiv gelbe Stellen von mehr als Hanfkorngrösse, welche mit einer eben so gefärbten, dicken Flüssigkeit angefüllt sind.

Die Pleura der beiden mittlern Lappen der rechten Lunge, in welchen sich diese Eiterheerde befinden, ist mit einer florähnlich dünnen Faserstoff-Schicht überzogen, während die Pleura der übrigen Lungenlappen glatt und glänzend ist.

Wir werden weiter unten Gelegenheit haben, Versuche mit einfacher Vagidurchschneidung bei Hunden mitzutheilen und zu zeigen, dass die hier beobachtete Lungenaffection nicht verschieden von der eben beschriebenen ist. Daraus aber erhellt, dass der Ausspruch Magendie's über die Wirkung der Tracheotomie bei Thieren, denen die Vagi durchschnitten sind, ein durchaus begründeter ist. Die Tracheotomie verhütet das Zustandekommen der Lungenerkrankung durchaus nicht, weder bei Hunden, noch auch, wie wir bald sehen werden, bei Kaninchen.

Exp. XXXVIII. Den 24. Juli, 6½ Uhr Nachmittags, werden einem schwarzen, grossen, trächtigen Kaninchen die Vagi durchschnitten, hierauf, oberhalb der Vereinigung der Sternocleidomastoidei, eine ungefähr einen halben Zoll lange Oeffnung in der vordern Wand der Luftröhre gemacht und durch dieselbe das oben beschrie-

bene Instrument, aber ohne Hütchen und Obturator, eingeführt, und ganz so wie oben befestigt. Es standen nun die Lungen theils durch die verengerte Stimmritze, theils durch das wagerechte Rohr mit der atmosphärischen Luft in Verbindung, also durch zwei Oeffnungen, welche zusammengenommen wenigstens ein halb Mal grösser waren als die normale Stimmritze; ausserdem aber auch mit dem Verdauungskanal. (Vorher war der Oesophagus unterbunden worden, weil ich damals noch an das Zurücktreten der Speisereste aus dem Magen glaubte.) Schon 1½ Stunden nach der Operation, bei welcher kaum einige Tropfen Blutes verloren gegangen waren (das Röhrchen sass vollständig fest, die Mündung der horizontalen Röhre war unbedeckt), bemerkte ich eine zähe, klebrige, Luftblasen einschliessende, durchsichtige Flüssigkeit aus der vordern Mündung des Röhrchens kommen und am Schutzplättchen herabfliessen. Die Menge derselben hatte um 11¼ Uhr Nachts bedeutend zugenommen. Mit jeder Ausathmung zeigte sich eine grosse Blase (gleichwie eine Seifenblase) an der Oeffnung. Mit jeder Einathmung wurde ein grossblasiges Rasselgeräusch schon in der Ferne gehört. Die Anzahl der Athemzüge, die gleich nach Durchschneidung der Vagi 100 war (nach der Eröffnung der Trachea war sie unzählbar), betrug nur 30 in der Minute; das Thier öffnete bei jeder Einathmung den Mund (sehr weit) und zog den Kopf nach hinten. Gleichzeitig fand Hebung der Rippen und Einziehung des Unterleibes oberhalb des Beckens statt. Gegen 3 Uhr Nachts lebte das Thier noch; es starb den 25sten Morgens gegen 6 Uhr, hatte also 11½ Stunden gelebt. Die Section um 6¾ Uhr: In dem wagrechten Röhrchen eine graue, zähe, klebrige Masse (vertrocknender Schleim). Die senkrechte, in der Trachea befindliche Röhre vollkommen durchgängig; die Trachea war so dicht um die Röhre befestigt, dass die Lungen n i c h t mit der Wunde communiciren konnten. In den Luftwegen viel schaumige Flüssigkeit. Lungen voluminöser als im normalen Zustande. L i n k e L u n g e: Die Oberfläche des obern Lappens grösstentheils braunroth, ohne Luftbläschen; mit der Lupe bemerkt man in dem braunrothen Grunde eine Menge dichtgedrängter weisser Punkte. Zwischen den rothen luftleeren Partieen befindet sich lufthaltiges Gewebe, dessen Bläschengruppen durch ein regelmässiges Netzwerk dunkelrother Linien geschieden sind. Am untern Lappen zwei bohnengrosse kirschrothe Flecke; an dem einen die Färbung gleichmässig, keine Lungenbläschen zu bemerken; an dem andern ein Netzwerk dunkelrother Linien, welche theils röthlich gefärbte Lungenbläschenhaufen theils

an Luftbläschen arme Felder einschliessen. Am reglmässigsten ist dies Netzwerk dunkelrother Linien an der Zwerchfellsfläche, welche in ihrer ganzen Ausdehnung damit versehen ist. Nur sind die Felder in der Mitte röther als im Umkreise. Rechte Lunge: Der obere Lappen nur an der Spitze verändert; an der äussern Fläche zwei ungefähr erbsengrosse, braunrothe Stellen von unregelmässigem Umriss; eine grössere, ins Grauweisse spielende, ebenfalls luftleere Stelle, welche unter der Lupe dichtgedrängte weisse Punkte zeigt, an der innern Fläche. Auch am mittlern Lappen überwiegen die normal gefärbten und lufthaltigen Theile an Ausdehnung die abnorm gefärbten. Dagegen ist der untere Lappen bis auf die hintere untere und zwar kleinere Hälfte kirschroth. Die Färbung ist theils gleichförmig, theils bemerkt man ein Netzwerk dunkelrother Linien, welche nur wenig hellere, an Luftbläschen arme Felder einschliessen. Der linke obere Lappen wird beim Aufblasen an seiner Oberfläche grösstentheils weiss; doch zeigt er selbst bei der stärksten Ausdehnung mehre vertiefte Stellen und einen kleineren Umfang, als sonst beim Aufblasen, im Verhältniss zum untern Lappen. Schleimhaut der Luftröhre unterhalb des Röhrchens nicht injicirt.

An die Seite dieses Versuchs stellen wir einen anderen, in seinen Einzelnheiten ihm vollkommen gleichen, wo die Erkrankung der Lungen nicht eingetreten war, gleichzeitig aber auch die senkrechte Röhre, durch welche die Lungen mit dem Schlunde communiciren konnten, sich in ihrer obern Hälfte durchaus undurchgängig zeigte.

Exp. XXXIX. Den 25. Juli, des Morgens 8 Uhr, wurde an einem erwachsenen Kaninchen dieselbe Reihe von Operationen gemacht, wie im vorigen Falle. Nach 4 Stunden zeigte sich an der Mündung des wagerechten Röhrchens ein Tropfen einer grauen, zähen, Luftblasen enthaltenden Flüssigkeit; das Thier athmete ungefähr so häufig wie im normalen Zustande. Verstopfte man die Mündung des Röhrchens mit dem Finger, so konnte das Thier den Unterleib und die Brust kaum bemerkbar erweitern, und es sträubte sich nach einigen Sekunden, ganz so wie Thiere, denen die Luftröhre unterbunden worden, es im Anfange thun. Da ich überdies, so lange der Finger auf der Mündung blieb, keine Spur von Geräusch beim Einathmen wahrnehmen konnte, so schloss ich, dass der obere Theil des senkrechten Röhrchen durch einen soliden Pfropf verstopft sein müsse. Diese Voraussetzung wurde immer wahrscheinlicher, als ich, bei Wiederholung des angeführten Versuchs, stets dasselbe Resultat erhielt und das Thier jedes Mal nach

Wegnahme des Fingers häufiger und tiefer athmete. Um 6½ Uhr Nachmittags, also 10½ Stunden nach der Operation, wurde das Thier vergiftet, nachdem es noch kurz vorher ganz dieselben Erscheinungen dargeboten, und keine Spur von Schleim sich an der Oeffnung zeigte (den oben erwähnten Tropfen hatte ich abgewischt). Auch war weder beim Ein- noch beim Ausathmen ein Rasseln wahrnehmbar. Die Section bestätigte die Vermuthung hinsichtlich des Pfropfs; man konnte von dem Kehlkopf her durch das senkrechte Röhrchen der Vorrichtung einen viel dünnern Tubulus nur mit einiger Kraftanstrengung stossen; es war eine grüne, zähe Masse, welche die Verstopfung herbeigeführt hatte. Die Stimmritze dagegen war durchgängig gewesen. Die Lungen etwas umfänglicher als normal; an einigen Stellen, besonders reichlich an den innern Flächen des mittlern rechten Lappens, roth gesprenkelt; dagegen nirgends eine luftleere Stelle. Vollkommene Aufblasbarkeit. Die rothen Sprenkel verschwinden nicht durch das Aufblasen.

Der Fall verhielt sich ganz so, als wenn das senkrechte Röhrchen an seinem dem Kehlkopf zugekehrten Ende mit dem Hütchen versehen gewesen, also die Respirationshöhle von dem Verdauungsapparat isolirt worden wäre. Doch hatte diese Isolirung, wie der Tropfen Schleim an der Mündung der wagerechten Röhre beweist, nicht gleich nach der Operation stattgefunden, daher die geringfügigen Veränderungen des Lungengewebes.

Wenn es also einerseits keinen Zweifel erleidet, dass das Lungenleiden nach Durchschneidung der Vagi nicht erscheint, sobald der Athmungs- von dem Verdauungsapparat vollständig abgeschlossen wird, so ist andrerseits die Wirksamkeit dieser Abschliessung nur dadurch erklärlich, dass durch sie das Abfliessen der im Munde abgesonderten Flüssigkeit in die Luftwege verhindert wird. Denn dass das Hineingerathen der Speisereste nicht die Ursache der Erkrankung sein könne, ist bereits bewiesen.

ad b. Dass aber die bei Thieren, denen die Vagi durchschnitten sind, aufgefangene Mundflüssigkeit, in die Luftwege andrer ganz gesunder Thiere eingespritzt, bei diesen dieselbe Krankheit herbeizuführen vermag, welche nach Durchschneidung ihrer Vagi erschienen wäre, zeigen die folgenden Versuche auf das Klarste.

Exp. XL. Den 5. Oktober 1845. Gestern Mittag 11½ Uhr waren einem erwachsenen Kaninchen die Vagi durchschnitten und das obere Ende des Oesophagus in eine Gummiflasche eingebunden worden; die letztere wird heute, nach 24 Stunden, entfernt. Ein Theil des (bereits beschriebenen) Inhalts wird einem etwas kleineren,

aber ebenfalls kräftigen Kaninchen durch eine Wunde der vorderen Trachealwand Nachmittags gegen 2 Uhr in die Luftwege eingespritzt. Das Thier starb um 9½ Uhr Abends. Die Section wird erst am folgenden Morgen um 9 Uhr gemacht; doch hatte es während einer kalten Nacht in der Küche gelegen. Blut im Herzen vollständig geronnen. Die Oeffnung in der Trachea, durch welche die Einspritzung geschehen war, ist genau verschlossen (mittelst zweier Ligaturen). Trachealschleimhaut sehr reichlich injicirt in ihrer ganzen Ausdehnung, wie auch die der Bronchien, selbst der kleineren (Lupe!). Die Luftwege mit einer gelblichen schaumigen Flüssigkeit angefüllt. In den Pleurasäcken klare Flüssigkeit, ungefähr eine Drachme in jedem. Lungen viel grösser als normal und derb anzufühlen. Die hintern untern Theile reichlich roth punktirt. Je weiter nach oben, um desto mehr nimmt die rothe Färbung zu. Sie erscheint in grossen, unregelmässigen, theilweise mit einander zusammenhängenden Flecken, zwischen welchen inselförmige, kleinere Flecke gelblichen Gewebes. Die Färbung ist blauroth, nicht gleichförmig, sondern durch ein Netzwerk blaurother Linien gebildet, welche röthliches, aber lufthaltiges Parenchym einschliessen. An mehreren Stellen ist auf einem gleichförmig dunkelrothen Grunde ein unregelmässiges Netzwerk grauweisser Linien, welche aus einer Anhäufung feiner Flocken bestehen, wahrzunehmen. Es wird nur die rechte Lunge aufgeblasen; sie erhält nicht ihren normalen Umfang und ist, auch aufgeblasen, reichlich blassroth punktirt und gefleckt. Die Schnittflächen des (nicht aufgeblasenen) linken obern Lappens sind gleichmässig braunroth; auf diesem rothen Grunde eine grosse Menge, stellenweise sehr dicht stehender, weisser Flocken. An vielen Stellen überwiegt die infiltrirte weisse Substanz den rothen Grund. Durch Auswaschen solcher Stücke treten die weissen Massen immer deutlicher hervor. Uebrigens sind dieselben auch auf den Schnittflächen der aufgeblasenen Lungentheile, wie auch im Centrum der untern Lappen wahrzunehmen; zu bemerken ist, dass sie in den Bronchien selbst nicht vorhanden, sondern dass auch die kleinsten Bronchien mit schaumiger Flüssigkeit angefüllt sind.

Dieses Thier hatte kaum 8 Stunden nach der Operation gelebt — und doch schon eine solche Menge Exsudats im Lungengewebe!

Exp. XLI. Den 14. Nachmittags 3½ Uhr wurde einem erwachsenen Kaninchen ungefähr ein Theelöffel voll der aus dem Oesophagus eines andern Thieres, dem die Vagi durchschnitten worden, aufgefangenen Flüssigkeit, durch eine Oeffnung in der vordern

Trachealwand, in die Luftwege eingespritzt. Es starb am 15. des Morgens gegen 8 Uhr, hatte also mehr als 16 Stunden gelebt:

a) In den Pleurasäcken eine klare, bräunliche, wässrige Flüssigkeit, ungefähr eine halbe Unze in beiden zusammen; weisse, weiche Flocken auf der Rippenpleura.

b) Lungen bedeutend umfänglicher als normal. Ihre Oberfläche grösstentheils abnorm gefärbt.

Der rechte Lungenflügel in bei weitem grösserer Ausdehnung als der linke, er ist bis auf schmale emphysematöse Partieen längs der Ränder rothgefärbt und zwar braunroth. Man sieht an beiden Lungen ein grossmaschiges Netzwerk dunkelrother Linien, innerhalb der Maschen ist das Parenchym theils vollständig luftleer, braunroth, und reichlich aber fein weiss punktirt, oder zeigt Gruppen lufthaltiger Lungenbläschen, welche durch braunrothe Zwischenräume geschieden sind. Die rothen Stellen fühlen sich sehr derb an. An der obern Hälfte des rechten Flügels, mehr nach hinten, sieht man einen mehr als silbergroschengrossen schwarzrothen Fleck mit eingestreuten weissen Flocken. Dieser Fleck ist ringsum von braunrothem Gewebe umgeben und vollständig luftleer. An der linken Lunge ein kleinerer Fleck von derselben Beschaffenheit. Die Schnittflächen der braunrothen Theile sind eben so gefärbt wie die Oberfläche; sie ergiessen auf Druck viel seröse Flüssigkeit und sind reichlich mit weissen Flocken durchsetzt. Die von derselben mit dem Skalpell abgeschabte Masse zeigt, mit Brunnenwasser behandelt, unter dem Mikroskop: 1) Eiterkörperchen in grosser Menge, 2) nur wenige, ungefähr zweimal so grosse Zellen mit granulösem Inhalt, 3) Blutkörperchen, 4) einige wenige Pflasterepithelien.

Es ergiebt sich, nach näherer Untersuchung beider Lungen, dass an $\frac{2}{3}$ ihres Gewebes infiltrirt und luftleer sind.

Die rechte, in grösserer Ausdehnung erkrankte Lunge entwickelte (gleich nach der Entfernung aus der Brusthöhle) einen ziemlich starken, unangenehmen Geruch; nicht so die linke.

c) Die Trachealschleimhaut nicht injicirt. In den Luftwegen eine gelbliche, dünne, schaumige Flüssigkeit, enthaltend: 1) Blutkörperchen, 2) Eiterkörperchen in sehr grosser Zahl, 3) 2—3 mal grössere Zellen, deren feingranulirter Inhalt sich, bei Behandlung mit Brunnenwasser, von dem grössten Theil der Zellenwand entfernt, 4) spärliche, unveränderte Amylumkörperchen, 5) kein Pflasterepithelium.

d) Das Blut im Herzen flüssig; die Section war bald *post mortem*, während die Muskeln noch zuckten, gemacht worden.

Schon ein oberflächlicher Vergleich des in diesen beiden Fällen beobachteten Lungenleidens mit demjenigen, welches sich nach einfacher Durchschneidung beider Vagi zeigt, führt zur Ueberzeugung von der Identität beider. Wir haben hier wie dort ein luftleeres braunrothes theils bloss mit seröser Flüssigkeit theils mit dieser und einer festen weissen Masse infiltrirtes Lungengewebe. Hier wie dort bleibt dasselbe, selbst nachdem es aufgeblasen ist, roth gefärbt.

Nachdem wir aber bewiesen haben,

„dass es der aus dem Schlunde durch die beständig offen-„stehende Stimmritze in die Luftwege gerathene Schleim „sei, welcher die nach Durchschneidung beider Vagi in den „Lungen erscheinenden Veränderungen bedinge",

und nicht die Verengerung der Stimmritze, noch ihre Schliessung während des Einathmens, so könnte doch Hr. Mn. immer noch behaupten, dass die schleimige Flüssigkeit wenigstens in derselben Art wirke, wie er sich's von der Verengerung und Schliessung der Stimmritze vorgestellt habe, dass auch diese Flüssigkeit zunächst nur durch Verengerung und Verschliessung verschiedener Bronchien die Lungenerkrankung herbeiführe.

Ohne Zweifel wird Hr. Mn. sich auf diejenigen seiner Versuche berufen, wo er durch Einspritzung von Gummilösung in die Bronchien einen dem nach Durchschneidung der Vagi gleichen Zustand des Lungenparenchyms hervorgebracht haben will.

Fürs Erste zugegeben, dass dieser Zustand wirklich derselbe sei*), wodurch hat denn Hr. Mn. bewiesen: dass die eingespritzte Flüssigkeit ihn lediglich durch Verengerung oder Verschliessung der Bronchien erzeuge? Ist etwa dies die einzig denkbare Art der Wirkung des Schleims? Warum soll der Schleim nicht aufgesogen werden, nicht durch die Wände der Lungenzellen und Gefässe dringen und sich mit dem Blute vermischen können? Und warum soll die so veränderte Mischung des Blutes nicht Stockung und Exsudation zur Folge haben können?

*) Es ist in der That nicht derselbe, wie wir uns durch directe Versuche überzeugt haben. Wir werden dieselben bei einer anderen Gelegenheit mittheilen.

Hr. Mn. selbst giebt ja zu, dass Lungenentzündungen auch durch Veränderung der Blutmischung hervorgerufen werden können. Warum also hält er dennoch seine Annahme von der Wirkung der eingespritzten Gummilösung für die ausschliesslich zulässige?

Offenbar (wiewohl nicht ausdrücklich) in Rücksicht auf das Ergebniss der Versuche: „mit Einführung eines festen Körpers in die Bronchien", welche p. 37—39 unter derselben Rubrik mitgetheilt sind.

Hr. Mn. brachte am 9. Juli einem Kaninchen nach gemachter Tracheotomie eine Schrotkugel in die Trachea und stiess sie mit einer Sonde möglichst tief hinab. Am 11. Juli war das Thier todt. Während die rechte Lunge emphysematös geschwellt (?) ist, findet sich die linke collabirt. Der untere Lappen derselben war grösstentheils geröthet, luftleer, eben so der obere Lappen an einigen Stellen, neben welchen emphysematöse Stellen lagen. Die ganze Lunge liess sich von der Trachea aus aufblasen.

Den 18ten brachte Hr. Mn. einem zweiten Kaninchen eine Kugel von Papier in den rechten Bronchus. Am 21sten starb das Thier; die Papierkugel lag im rechten Bronchus, hinter ihr und um dieselbe war ein zäher Schleim angesammelt. Das Parenchym, zu welchem der Bronchus führte, war im Zustande der rothen, nicht mehr aufzublasenden Verdichtung. Das Produkt der Schnittfläche zeigte Blut und Entzündungskugeln.

Wir sehen hier in der That, trotzdem weder die Schrotkugel noch der Papierpfropf unmittelbar auf Capillargefässe des Lungengewebes eingewirkt haben konnten, nichtsdestoweniger eine Lungenerkrankung vor uns, beschränkt auf den Lungenflügel, dessen Verkehr mit der atmosphärischen Luft beeinträchtigt war. Wir sagen: beeinträchtigt, weil aus Hrn. Mn.'s Erzählung nicht erhellt, ob die Bronchien dieses Lungenflügels oder vielmehr die Mündungen der zu den betheiligten Stellen führenden Bronchien (durch den rings um den Pfropf abgelagerten Schleim) nur verengert oder ganz geschlossen waren.

Dass eine blosse Beschränkung des Verkehrs mit der atmospärischen Luft stattgefunden, ist von vorn herein schon deshalb unwahrscheinlich, weil ja selbst bedeutende Verengerung der Stimmritze, wie wir gesehen haben, ohne Wirkung aufs Lungengewebe bleibt.

Dieser Zweifel wird noch stärker durch einen hierher gehörigen Versuch, den wir selbst angestellt haben.

Exp. XLII. Den 5. Juli 1845. Ein gelbes, mittelgrosses Kaninchen, dem gestern durch eine Oeffnung in der vorderen Wand

der Luftröhre ein Papierpfropf in den rechten Bronchus war geschoben worden, wurde heut durch Strychnin. nitr. getödtet. Umfang, Farbe u. s. w. beider Lungen die normalen. Beide lassen sich von der Trachea aus vollständig aufblasen. Der Pfropf steckt in dem Hauptbronchialstamme des unteren Lappens der rechten Lunge; er ist von einer dünnen Schicht einer gelblichen, breiigen Masse überzogen. Die Stelle der Schleimhaut, welche dem Pfropf entspricht, geröthet, in grossen theilweise zusammenhängenden Flecken, die Röthe gleichförmig, nicht durch Injection bedingt, nicht wegwischbar; auf derselben mehrere gelbe, weiche, hautartige Fetzen.

Dass der Bronchus in diesem Falle stark verengert war, lehrte der Augenschein, indem die Luftwege bis an diese Stelle waren aufgeschnitten worden; dass sogar auch während des Lebens, wo die Lunge und mit ihr die Bronchien einen grösseren Umfang einnehmen, die Verengerung eine bedeutende gewesen sein musste, zeigte die Röthe der Schleimhaut, welche nicht allein von oben nach unten so weit als der Pfropf, sondern auch ringsherum sich erstreckte.

Dagegen beweist andererseits der Erfolg des Aufblasens, welches vor der Entfernung des Pfropfs vorgenommen wurde, dass die Lichtung des Bronchus nicht vollständig luftdicht verschlossen gewesen.

Es hatte also nur eine starke Verengerung stattgefunden, diese aber, trotzdem sie 24 Stunden hatte wirken können, keine Spur von Veränderung an dem unteren Lappen der rechten Lunge zur Folge gehabt.

Allerdings ist in Hrn. Mn.'s Versuchen der Zeitraum zwischen der Einschiebung des Pfropfs und dem Tode des Thieres ein grösserer. Aber in dem folgenden Versuch waren ebenfalls nur 24 Stunden nach Einschiebung des Pfropfs vorübergegangen, und dennoch schon eine Lungenerkrankung vorhanden!

Exp. XLIII. Den 11. Juli 1845, 3 Uhr Nachmittags. Einem erwachsenen männlichen, muskulösen Kaninchen, welches auf den Rücken gebunden 96 Athemzüge machte, wurde, ohne allen Blutverlust, die Luftröre ungefähr in der Mitte des Halses geöffnet, durch den etwa einen halben Zoll langen Schnitt ein Papierpfropf gebracht und tief hinuntergestossen. Hieraus die Zahl der Athemzüge = 104, mit weit stärkerer Wölbung des Unterleibes. Losgebunden machte es 132 Züge mit starker Wölbung des Unterleibes und Hebung der Rippen. Den 12ten Morgens 10 Uhr Athemzahl = 108. Tod gegen 4 Uhr Nachmittags. Es hatte also etwas mehr

als 24 Stunden gelebt. Während der Section noch starke Zuckungen der Brustmuskeln. Nachdem alle bis auf die Intercostalmuskeln losgetrennt waren, zeigen sich die Intercostalräume der rechten Hälfte dunkler gefärbt. Die rechte Lunge in ihrer ganzen Ausdehnung dunkelroth und zwar gleichförmig derb anzufühlen, keine Luftbläschen an der Oberfläche. Die unteren Lappen vollständig aufblasbar; sie erhielten durchs Aufblasen alle Eigenschaften des normalen Zustandes. Die oberen Lappen waren (was sich leicht bewerkstelligen liess) unaufgeblasen gelassen worden, um ihre weiteren physikalischen Eigenschaften kennen zu lernen. Nicht tief gehende Schnitte, welche senkrecht auf die Oberfläche geführt wurden, liessen glatte, glänzende Flächen sehen, aus welchen selbst bei Druck kein Blut sich ergoss; erst beim Anschneiden grösserer Gefässe kam eine ziemliche Menge desselben über die Schnittfläche. Einzelne ausgeschnittene Stücke sanken im Wasser vollständig zu Boden. Keine Flüssigkeit weder in der Trachea noch im Bronchialbaum. Die Trachea war vor der Untersuchung der Lunge bis dicht oberhalb der Bifurcation aufgeschnitten worden; man sah den Eingang in die rechte Lunge vollständig ausgefüllt von dem Pfropf; durch das obere Ende des letzteren sogar den Eingang in die linke Lunge etwas verengt.

Also scheint mehr als die blosse Verengerung eines Bronchialrohrs nöthig, um die Erkrankung des zugehörigen Lungesabschnitts herbeizuführen?!

Lassen wir die folgenden Versuche hierauf antworten.

Exp. XLIV. Den 1. August, Nachmittags 3 Uhr. Einem grossen, dunkel gefärbten Kaninchen, welches auf den Rücken gebunden 68 Mal, nach Blosslegung der Trachea 56 Mal in der Minute athmet, wird eine Oeffnung in der letzteren gemacht von ungefähr 3 Linien Länge. Während die Wundränder aus einander gehalten werden, ist die Athemzahl = 60; nach Einbringung des (Papier-) Pfropfs = 68; einige Minuten darauf, nachdem die Halswunde geschlossen ist und während das Thier noch auf dem Rücken liegt, = 76. Es wird den 3ten um 11 Uhr Vormittags getödtet, hatte also 44 Stunden gelebt. — Befund:

a) Beide Lungen liegen dem Zwerchfell dicht an, wie man von der Bauchhöhle aus sieht.

b) Die rechte fällt, bei Eröffnung der Brust nur wenig zusammen, die linke vollständig.

c) Die rechte ist grösstentheils weiss, lufthaltig; luftleer und

roth sind nur: ein sehr kleiner Theil des unteren Lappens und des oberen mittleren, und der ganze untere mittlere Lappen.

d) Von der Trachea aus lässt sich die linke Lunge vollständig, von der rechten nur die weisse lufthaltige Partie aufblasen.

e) Der Pfropf sitzt fest im rechten Bronchus, ohne in die Trachea hineinzuragen.

f) Nachdem er entfernt ist, quillt eine weisse, dicke Masse aus dem Bronchus. Sie besteht aus einer durchsichtigen Grundsubstanz und aus einer Menge dicht gedrängter Kügelchen. Dieser Kügelchen sind deutlich zwei Arten zu unterscheiden: *α*) kleine, rundliche, undurchsichtige Körperchen, kleiner als Eiterkörperchen ohne Kern; *β*) zwei- bis dreimal so grosse, mit scharfen, glatten Umrissen, meistens einen runden Kern, welcher die Grösse der Körperchen sub *α* hat, und eine formlose, gelbliche, halbdurchsichtige Masse enthaltend. Diese Kugeln sind in grosser Menge vorhanden, wenn auch nicht in solcher, wie die sub *α* beschriebenen. Es findet sich die weisse Masse in allen Bronchien des rechten Lungenflügels, also auch in denen der lufthaltigen Theile.

g) Die rothen, luftleeren, Partieen lassen sich (nach Entfernung des Pfropfs) aufblasen und bekommen dadurch die Eigenschaften des normalen Gewebes.

h) Der untere mittlere Lappen wird nicht aufgeblasen. Die Schnittflächen sind glatt, trocken. Die aus einem Stücke dieses Lappens ausgepresste Flüssigkeit enthält: *α*) jene grossen, blassen, rundlichen oder eckigen Zellen, welche sich in gesunden Lungen finden; *β*) freie Kerne von der Art, wie sie ebenfalls im gesunden Zustande angetroffen werden (siehe später). Keine Spur von Entzündungskugeln oder Körnchenzellen; keine Eiterkörperchen!

i) Auch die lufthaltigen und aufgeblasenen Stellen der rechten Lunge enthalten kein tropfbar flüssiges Exsudat.

In diesem Falle also waren diejenigen Stücke des rechten Lungenflügels, welche mit der atmosphärischen Luft communiciren konnten, im normalen Zustande; sie blieben normal, trotz der bedeutenden Verengerung des Bronchus, — während diejenigen, welche von der Trachea aus nicht aufgeblasen werden konnten, also von der atmosphärischen Luft vollständig abgeschlossen waren, sich verändert zeigten.

Dem Einwand, dass die Nichtaufblasbarkeit dieser Theile von einer etwaigen Infiltration des Lungengewebes mit fester Substanz bedingt sein konnte, wird einfach dadurch begegnet, dass eben

diese Theile sich aufblasen liessen, sobald man den Pfropf entfernt hatte, und dass in denselben nur normale Gewebselemente sich vorfanden.

Exp. XLV. Den 29. August Nachmittags wurde einem erwachsenen, gelben Kaninchen, welches auf den Rücken gebunden 88, nach Eröffnung der Luftröhre und während die Wundränder aus einander gehalten wurden, 72 Mal athmete, ein Papierpfropf in den rechten Bronchus gebracht, worauf die Athemzahl auf 120 stieg, nach 5—6 Minuten aber wieder auf 100 zurückging. Nachdem es auf die Beine gestellt worden, athmete es wieder 120 Mal in der Minute. Es starb den 31sten, Nachmittags 1¼ Uhr. — Section gegen 2 Uhr:

a) Die Lungen fielen bei Eröffnung der Brust nicht sofort zusammen.

b) Sie waren beide weiss, bis auf die beiden mittleren Lappen des rechten Lungenflügels, welche sich gleichmässig roth und luftleer zeigten.

c) Die Trachea wurde mitten am Halse durchschnitten und durch einen in das untere Stück geschobenen Tubulus Luft eingeblasen, worauf sich alle Theile bis auf die beiden mittleren Lappen der rechten Lunge ausdehnten. Diese letzteren blieben unverändert.

d) Der Pfropf findet sich nicht in dem rechten Bronchus, sondern in dem oberen Stücke der Trachea. Da aber die Schleimhaut dieser nicht injicirt war, so musste er nach Eröffnung der Brust durch Druck auf die Lungen oder kurz vor dem Tode des Thieres dorthin gerathen sein.

e) Aus dem rechten Bronchus und den Mündungen der beiden mittleren Lappen quoll viel dicke, weisse Flüssigkeit.

f) Mittelst einer kleinen Spritze (von der Grösse der gewöhnlichen Tripperspritzen), deren Spitze in den Hauptbronchialstamm des oberen mittleren Lappens eingesetzt wurde, liess sich dieser letztere sehr leicht mit Luft anfüllen und bis zum normalen Umfang ausdehnen.

g) Aus den durchschnittenen Bronchien dieses Lappens ergoss sich auf gelinden Seitendruck viel von jener dicken, weissen Flüssigkeit.

h) Der untere mittlere Lappen wurde nicht aufgeblasen und zeigte glatte, trockene Schnittflächen; seine Bronchien sind ebenfalls mit der erwähnten Flüssigkeit angefüllt.

i) Dagegen sind in das Lungengewebe selbst weder flüssige

noch feste Massen eingelagert, wie die Untersuchung der Schnittflächen unter dem einfachen Mikroskop zeigte.

k) Auch finden sich nirgends Entzündungskugeln.

Gesetzt auch, was offenbar unwahrscheinlich, dass der Pfropf überhaupt nicht in dem rechten Bronchus gesteckt habe, so beweist doch das Resultat des Aufblasens von der Trachea aus, dass der in den Bronchien der mittleren Lappen befindliche Schleim schon für sich hinreichte, diese Lappen von der atmosphärischen Luft abzuschliessen, so dass selbst bei tiefen Einathmungen keine Luft eindringen konnte.

Exp. XLVI. Den 19. September, Nachmittags 5¾ Uhr, wurde einem grossen, dunkel gefärbten Kaninchen durch eine Oeffnung in der vorderen Trachealwand ein Papierpfropf in einen der Bronchi geschoben. Den 22sten gegen 8 Uhr Vormittags wurde es durch Strychnin getödtet. Die Section bald darauf:

a) Beide Lungen lagen dem Zwerchfell an; nur schien es, als wenn die gelblich weisse untere Fläche des rechten Flügels weiter nach links hinüberreichte als gewöhnlich.

b) Bei Eröffnung der Brust fiel die rechte vollständig zusammen, verhielt sich überhaupt ganz normal.

c) Linke Lunge durchaus braunroth, derb, luftleer; zwei Stellen von der Grösse einer kleinen Haselnuss, nämlich die hintere Hälfte des oberen Lappens und eine im hinteren Theil des unteren Lappens, sind heller gefärbt, härter anzufühlen und ragen über das Niveau der anderen stärker gerötheten Partieen hervor. Nirgends ein Luftbläschen an der Oberfläche dieses Lungenflügels.

d) Von der Luftröhre aus lässt sich nur der rechte Lungenflügel aufblasen; der linke behält, trotz des starken Einblasens, durchweg die beschriebenen Eigenschaften.

e) Als die Luftröhre bis an ihre Theilung aufgeschnitten war, sah man den Pfropf im linken Bronchus; derselbe ragte nicht in die Höhlung der Luftröhre hinein.

f) Nachdem er entfernt ist, quillt auf Druck, den man auf den linken Lungenflügel ausübt, eine ziemlich bedeutende Menge einer dicken, weissen Flüssigkeit hervor. Dieselbe (ohne Wasser untersucht) besteht aus dichtgedrängten, rundlichen Körperchen, welche kleiner sind als die Schleimkörperchen aus dem Munde; ihre Umrisse hier und da ausgebogen, dicker als die der Schleimkörperchen; ihr Inneres undurchsichtiger; in vielen ein Kern von unregelmässiger Gestalt sichtbar. Mit Brunnenwasser behandelt, werden sie grösser, die Umrisse feiner, der Inhalt durchsichtiger,

der Kern tritt deutlicher hervor; in vielen ist er rundlich, in anderen biscuitförmig, in noch anderen aus mehreren Partikeln bestehend. Unter diesen Körperchen befinden sich, aber in sehr geringer Menge, ungefähr zweimal so grosse Kugeln, die völlig undurchsichtig, ins Gelbliche spielend und nicht aus Körnern zusammengesetzt sind (wie die Entzündungskugeln); endlich, in ebenfalls geringer Menge, zackige Blutkörperchen.

g) Als es, nach Entfernung des Pfropfs, versucht wurde, durch einen in den Bronchus geschobenen Tubulus die linke Lunge aufzublasen, erhielt dieselbe, bis auf die erwähnten zwei Stellen, ihre normalen Eigenschaften wieder. Der hintere Theil des oberen Lappens nämlich blieb luftleer und roth gefärbt, während an der Stelle im unteren Lappen, trotzdem sie an der Oberfläche gelblich weiss und lufthaltig wurde, eine starke Einbuchtung zu sehen war.

h) Die Schnittflächen beider Stellen sind blass violett, glatt, trocken. Aus den durchschnittenen Bronchien quillt auf Druck eine dicke, weisse Flüssigkeit in grosser Menge. Ausserdem sind auf dem violetten Grunde hier und da kaum stecknadelkopfgrosse Punkte zu sehen, aus denen dieselbe Flüssigkeit hervordringt.

i) Die von dem violetten Grunde abgestrichene Flüssigkeit zeigt, mit Brunnenwasser vermengt, unter dem Mikroskop zweierlei Gebilde:

1) eine grosse Menge solcher Körperchen, welche sich ganz wie Eiterkörperchen verhalten;
2) eine geringere, aber immer noch sehr beträchtliche Menge zwei-, drei- bis viermal so grosser Körper, *α*) Körnchenhaufen, welche sich ganz so verhalten, wie die Glugeschen Entzündungskugeln; man beobachtet keine Zellenwand, sie haben einen stark gelblichen Schein, ungefähr wie Blutkügelchen; *β*) grosse, runde Zellen von gleicher Grösse, feiner aber deutlicher Umgrenzung, mit eben so grobkörnigem, gelblichem Inhalt und einem länglichrunden Kern von der Grösse derer, welche das normale Lungengewebe enthält.

k) Der aufgeblasene braunrothe Lungentheil ist nicht von mehr Flüssigkeit durchtränkt als gewöhnlich; nur aus den durchschnittenen Bronchien quillt auch hier viel dicke, weisse Flüssigkeit.

In diesem Falle war, wie der Erfolg des Lufteinblasens durch die Trachea beweist, der ganze linke Lungenflügel von der Atmosphäre abgeschlossen. Es konnte, während des Einathmens, in keinen Theil desselben Luft eindringen. — Damit übereinstimmend finden

wir denn auch den ganzen Lungenflügel ohne Ausnahme in einen abnormen Zustand übergegangen.

Exp. XLVII. Den 24. September um 9 Uhr Vormittags wird ein grosses, dunkel gefärbtes Kaninchen, dem am 22sten, Nachmittags 4 Uhr, ein Papierpfropf in den rechten Bronchus geschoben worden, durch Strychnin getödtet. Gleich darauf die Section:

a) Die Wunde in der Trachea verklebt.

b) Blut im Herzen vollkommen flüssig.

c) Beide Lungen liegen dem Zwerchfell an.

d) Bei Eröffnung der Brusthöhle zieht sich die linke vollständig zusammen; dieselbe verhält sich auch im Uebrigen vollkommen normal.

e) Die beiden mittleren Lappen der rechten Lunge sind braunroth, derb und luftleer; der obere und untere Lappen, welche weiss und lufthaltig sind, haben sich nicht auf den normalen Umfang zusammengezogen.

f) Beim Einblasen von Luft in die Trachea dehnt sich die linke vollständig aus, eben so der obere und untere Lappen der rechten Lunge; während aber jene sich vollständig zusammenzieht, werden die letzteren beiden nur um Weniges kleiner. Die beiden mittleren Lappen bleiben beim Aufblasen unverändert.

g) Der Pfropf sitzt im rechten Bronchus, ohne in die Trachea hineinzuragen. Er ist von einer dünnen Schicht der öfters genannten weissen Flüssigkeit umgeben, welche auch hier wieder in grösserer Menge vorhanden ist.

h) Nach Entfernung des Pfropfs ziehen sich der obere und untere Lappen (der rechten Lunge) vollständig zusammen.

i) Nachdem der obere mittlere Lappen, Behufs weiterer Untersuchung, an seiner Wurzel abgeschnitten ist, wird der rechte Lungenflügel, durch einen in den rechten Bronchus geschobenen Tubulus, von Neuem aufgeblasen, wobei natürlich der Austritt der Luft durch den Bronchialstamm des abgeschnittenen Lappens verhindert wird. Es dehnen sich nun nicht allein der obere und untere, sondern auch der (luftleere) untere mittlere Lappen aus. Derselbe erhält durchs Aufblasen seine normalen Eigenschaften wieder und verhält sich, auch nachdem er sich wieder zusammengezogen hat, ganz normal.

k) Aus dem Bronchialstamm des abgeschnittenen oberen mittleren Lappens quillt auf Druck eine dicke, weisse, luftblasenlose Flüssigkeit hervor. Mit Brunnenwasser gemengt, sondert sie sich in grössere, weisse Flocken, so dass das Wasser klar bleibt. Diese

Flocken bestehen aus einer Menge dichtgedrängter, rundlicher, gelblicher Körperchen, welche kleiner sind als Eiterkörperchen und keinen Kern zeigen; sie besitzen einen dunklen, verhältnissmässig dicken Rand und sind wenig durchsichtig. Unter ihnen befinden sich nur wenige grössere Körperchen, welche sich ganz wie Eiterkörperchen verhalten.

l) Die Schnittflächen dieses Lappens sind glatt, trocken. Die von denselben in der Nähe des Randes (um die grösseren Bronchien zu vermeiden) abgeschabte Masse zeigt unter dem Mikroskop, ausser einigen wenigen Körperchen von der sub *k* beschriebenen Beschaffenheit, durchaus nichts Regelwidriges — nichts als die gewöhnlichen Gebilde (von denen später die Rede sein wird).

Auch hier waren, wie man sieht, nur diejenigen Lungentheile krankhaft verändert, deren Zugang luftdicht verschlossen war, während der untere Lappen, dessen Mündung nur, wenn auch bedeutend, verengert war, sich durchaus unversehrt zeigte.

Aber auch Beobachtungen aus der menschlichen Pathologie machen es gewiss, dass eine blosse Verminderung des Lumens der Bronchialröhren, selbst eine hochgradige, nicht im Stande sei, denjenigen Zustand herbeizuführen, welchen Hr. Mn. „rothe Verdichtung“ nennt, d. h. eine Vereinigung von Luftleerheit und gleichmässig dunkelrother Färbung des Lungengewebes.

Für die Verengerung der Bronchi beweisen dies die folgenden zwei Fälle.

Der eine, welcher sich im dritten Theile des *Traité des maladies des enfants* von Rilliet p. 217 findet, betrifft einen dreijährigen Knaben, der nach sechs Wochen langer Krankheit unter den Erscheinungen eines hohen Grades von Dyspnoë gestorben war. „Die Bronchialdrüsen hatten den Umfang eines grossen Hühnereies; die Geschwülste erstreckten sich von der Theilungsstelle der Luftröhre bis an die Lungenwurzel. Sie hatten ohne Zweifel (*certainement*) die Bronchi zusammengedrückt, trotzdem keine Gestaltveränderung an denselben zu bemerken war. Ausserdem enthielten die Bronchien einen dicken, zähen Schleim mit wenig Luftblasen. Nichtsdestoweniger waren die Lungen *d'un rouge clair*, *rosés en avant, assez fortement emphysemateux; les vesicules avaient le volume d'une petite tête, de camion ou d'une épingle époíntée.*

Noch schlagender ist der zweite von Andral in dessen *Clinique médicale tom. III. p. 176 (4. édition)* mitgetheilte Fall. Er betrifft:

einen 31jährigen Mann, welcher den 31. Juli 1822 ins Spital

kam und die Zeichen einer organischen Herzkrankheit darbot. An der hinteren Fläche der Brust sehr starkes Athmungsgeräusch mit grobblasigem Rasseln an mehreren Stellen. Vorn und links ebenfalls ein im Verhältniss zur Dyspnoë stehendes, lautes Athmungsgeräusch — wogegen das unter dem rechten Schlüsselbein beim Einathmen hörbare Athmungsgeräusch zwar rein, wie links, aber weit schwächer zu hören ist. Die Percussion konnte zwar wegen der Infiltration der Brustwände kein genaues Resultat geben (man percutirte damals noch unmittelbar), doch war keine Verschiedenheit in dem Percussionsschall beider Infraclaviculargegenden wahrnehmbar. Man vermuthete also Emphysem des rechten oberen Lappens. — In den folgenden Tagen keine Veränderung der Auscultationszeichen. Patient hatte, seiner Angabe nach, schon seit langer Zeit eine Empfindung, als würde der oberhalb der rechten Brustwarze gelegene Theil der Brust zusammengeschnürt. Auch behauptete er, dass er mit der rechten Seite der Brust nicht athme. Um die Mitte des Monats August erschienen die Zeichen des consecutiven Hydrothorax (dumpfer Schall, Abwesenheit des Athmungsgeräusches, Aegophonie an dem hinteren Theil des linken Thorax). Gleichzeitig wurde die Dyspnoe immer bedeutender. Der Tod erfolgte am 7. September.

Der obere Lappen der rechten Lunge zeigte keine Spur von Emphysem. Sein Gewebe war wenig knisternd, übrigens gesund. Der Hauptbronchialstamm dieses Lappens zeigte, wenige Linien hinter seinem Abgange, eine solche Verengerung, dass kaum eine feine Sonde *(stylet fin)* hindurch gebracht werden konnte. Kurz vor seiner Theilung aber hatte er wieder seine regelmässige Weite. An der verengten Stelle hatte die fibröse Haut ihr gewöhnliches Ansehen; dagegen war die Schleimhaut roth und verdickt. Diese theilweise Verdickung der Bronchialschleimhaut schien durchaus entsprechend den umschriebenen Verdickungen, welche man so häufig an der Intestinalschleimhaut beobachtet. Uebrigens verhielten sich die Bronchien dieses Lappens gesund, und zeigte sich auch an anderen Theilen des Lungengewebes nichts Bemerkenswerthes. — Ungefähr ein Litre citronenfarbigen Serums im linken Pleurasack. Dilatation und Hypertrophie beider Ventrikel, Verengerung der Aorta. Allgemeine Röthung des Darmkanals (?).

Dazu kommen die Fälle von Anfüllung der Bronchien mit schleimiger oder schleimig-eitriger Flüssigkeit, in denen die Lungen

entweder normal oder emphysematös*) waren, d. h. also in dem entgegengesetzten Zustand sich befanden.

Wir verweisen vor Allem auf den in dem 2. Bande der *Mémoires de la société médicale d'observation* enthaltenen ausgezeichneten Aufsatz Fauvel's: Ueber die capilläre Bronchitis.

In 18 daselbst mitgetheilten Fällen waren die Bronchien angefüllt von einer gelblich-weissen, wenig oder gar keine Luftblasen enthaltenden, dicken, der Schleimhaut anhängenden Masse. *Nous les avons toujours trouvées à peu près complétement obliterées par cette matière, depuis les deuxièmes divisions jusqu'aux dernières ramifications. On la rencontrait aussi bien, peut-être moins abondante, dans les bronches supérieures que dans les autres.*

Und doch fand sich unter diesen 18 Fällen (10 Erwachsenen und 8 Kindern) Verdichtung der Lungen nur in 10, von welchen 6 dem kindlichen Alter angehören. Und in den meisten dieser 10 Fälle war überdies ein verhältnissmässig nur kleiner Theil der Lungen in diesem Zustande; es fand sich das, was man gewöhnlich lobuläre Pneumonie nennt.

Wäre, sagen wir, die blosse Verengerung der Bronchien eine Hauptbedingung zur Erzeugung der rothen Verdichtung, so musste dieselbe 1) in allen Fällen und 2) da, wo sie vorhanden war, in grösserer Ausdehnung aufgetreten sein, da doch in allen Fällen alle Bronchien in hohem Grade verengert waren.

Nicht minder gewiss ist es, dass auch die Verengerung der Luftröhre, selbst eine sehr bedeutende, unfähig ist, eine Verdichtung des Lungengewebes herbeizuführen.

Der folgende, aus den *Medico-chirurg. transact. tom. XXV. p. 220* in den *Archiv. général. 4. Sér. tom. II. p. 223* mitgetheilte Fall beweist dies schon für sich zur Genüge.

Charles Newrick, 49 Jahre alt, Ackerbauer, war in seiner Kindheit ganz gesund gewesen. Nur zuweilen stellte sich etwas Husten ein, welcher beim Dreschen des Getreides, durch die Einathmung des Staubes, sich vermehrte. 1833 bekam er Syphilis, gegen welche das Quecksilber in mässigen Gaben gebraucht wurde. Zur selben Zeit nahm der Husten zu und hatte Patient ein Gefühl von Rauhigkeit im Schlunde und einige Beschwerlichkeit beim Schlingen. Dazu kam Verminderung des Appetits, Abmagerung und von Zeit zu Zeit ein geringer Fieberanfall. Diese Erscheinungen nahmen allmälig zu bis zum August 1837. Während der letzten 12 Monate

*) Wie sich Fauvel fälschlich ausdrückt (siehe weiter unten).

hatte der Kranke das Zimmer gehütet; er war mager, sehr schwach; er hatte den Appetit verloren und empfand einen Schmerz in der Höhe des Schlundes. Dabei ein starkes Geräusch mit jeder Einathmung; dieselbe dauerte ungefähr 10 Sekunden, wogegen die Ausathmung viel kürzer war und mit weit weniger Anstrengung und Geräusch von Statten ging. Die Brust erweiterte sich nur 6 Mal in der Minute. Bemerkenswerth war der Grad, bis zu welchem sich die Halsmuskeln zusammenzogen, vor allen die Sterno-hyoidei und -thyreoidei, thyreo-hyoidei und omo-hyoidei (und der anderen Muskeln des Kehlkopfs, während die Trapezii, die Intercostales und das Zwerchfell weit schwächer arbeiteten).*) Die Stimme war rauh und ausserdem ein ermüdender Husten mit reichlichem schleimig-eitrigen Auswurf zugegen. Die Dyspnoe nahm zu, wenn man das Auswerfen zu beschränken suchte. Der Kranke klagte auch über eine reichliche Absonderung aus der Nase, mit derselben kamen von Zeit zu Zeit kleine Knochenstücke zum Vorschein. Der Puls war häufig und klein. Der Kehlkopf war nur auf sehr starken Druck schmerzhaft. Mund und Schlund vollkommen gesund, kein Geschwür im letzteren. Der in den hinteren Theil des Schlundes geführte Finger fühlte Rauhigkeiten am Kehldeckel. Die Auscultation der Brust ergab Nichts.

Gegen Ende des Herbstes 1837 war das Allgemeinbefinden

---

*) Wir haben diese Stelle eingeklammert, weil sie ohne Zweifel das Resultat entweder einer ungenauen Beobachtung oder einer nachlässigen Beschreibung ist. Wie konnte Hr. Worthington (der Verfasser) bei einem Lebenden die Zusammenziehung „anderer Kehlkopfmuskeln" beobachtet haben, sei es auch nur der crico-thyreoidei anteriores? — Zweitens ist es durch Beau und Maissiat erwiesen, dass die Intercostalmuskeln nichts mit der Einathmung zu thun haben. Wir selbst haben uns von der Richtigkeit aller der von ihnen zu diesem Beweise unternommenen Versuche überzeugt.†)

Was die Thätigkeit der Omohyoidei während des Einathmens betrifft, so haben wir dieselbe, selbst in Fällen von starker Anfullung der Bronchialröhren mit Schleim (wo bekanntlich der höchste Grad von Dyspnoë vorkommt) nicht beobachtet, doch vielleicht, weil die Aufmerksamkeit nicht direct gerade auf diese Muskeln gerichtet war. — Indessen haben wir einmal zufällig bei einem sehr mageren Menschen während des Sprechens und zwar nur während desselben deutliche Zusammenziehungen der Omohyoidei wahrgenommen.††)

†) Spätere zahlreichere und sorgfältigere Versuche (vergl. die weiter unten folgende Arbeit: über die dyspnoëtischen Erscheinungen am Respirations-Apparat) haben meine Ansicht über diesen Punkt umgestaltet, indem sie mir zeigten, dass ein Theil der Intercostalmuskeln in der That bei der Inspiration betheiligt ist.

††) Die Omohyoidei contrahiren sich, wie mich spätere Erfahrungen gelehrt haben, in manchen Fällen von heftiger Dyspnoë auch während der Einathmung.

besser, dagegen hatte keine Veränderung in den Erscheinungen am Athmungsorgane stattgefunden. Patient befand sich im Allgemeinen schlechter, wenn die Luft feucht und kalt war, und wenn er sich der Nachtluft aussetzte. Was das Auswerfen beförderte, führte eine augenblickliche Verminderund der Dyspnoë herbei. Von dieser Zeit an bis zum 15. März 1841 fand keine bemerkenswerthe Veränderung statt. An diesem Tage frühstückte Pat. Brod und Milch, wobei einige Stücke des Speisebissens in den Kehlkopf geriethen. In weniger als fünf Minuten darauf starb er.

Leichenöffnung. Die Muskeln der vorderen Halsgegend waren umfänglicher als gewöhnlich, ihre Fasern tiefroth gefärbt und leisteten beim Durchschneiden einen starken Widerstand.

Die Lungen waren knisternd und nicht emphysematös.

Die Bronchien erfüllt von einem zähen Schleim, aber nicht erweitert.

Die Bronchialdrüsen von grösserem Umfang, eine darunter erfüllt von einer kalkartigen Masse.

Das Herz kleiner als gewöhnlich bei Erwachsenen; im Herzbeutel ungefähr 2 Unzen Serum.

Die Luftröhre ward unterhalb der Bifurcation durchschnitten und für sich der Untersuchung unterworfen. Als sie von den benachbarten Gebilden befreit war, fand man, unterhalb der Cartilago cricoidea, eine sehr starke Verengerung, deren Durchmesser nicht grösser war, als der einer Krähenfeder. Die Ringe der Trachea waren hier, in der Ausdehnung von drei Zollen, vollständig verschwunden und statt derselben ein fibro-celluloses Gewebe vorhanden. Als man die Trachea spaltete, bemerkte man oberflächliche Narben, welche sich auf- und abwärts von der verengerten Stelle erstreckten, dagegen war die innere Fläche der letzteren selbst durchaus glatt. Der Kehlkopf war gesund, mit Ausnahme einiger seichten und alten Narben an der inneren Fläche seiner Basis und des Anfangstheils der Trachea. Diese war in der Ausdehnung eines halben Zolles (zwischen dem Larynx und der Verengerung) sehr erweitert, eben so wie der unterhalb der Verengerung gelegene Theil. Auch an der inneren Fläche dieses unteren Theils waren oberflächliche Narben vorhanden.

In diesem Falle hatte also durch mehrere Jahre eine bedeutende Verengerung der Trachea bestanden, ohne dass sie eine Verdichtung des Lungengewebes oder Emphysem derselben zur Folge gehabt hätte.

Mit diesem Resultat übereinstimmend ist das der folgenden beiden Versuche.

Exp. XLVIII. und IL. Den 26. September, Nachmittags 2 Uhr, wurde zweien erwachsenen, dunkel gefärbten Kaninchen die Trachea auf folgende Weise verengert. Man nahm ein ungefähr ¾ Zoll langes Stück eines Federkiels und zog durch dessen oberes Ende einen ¼ Elle langen Zwirnfaden, so dass das Federstück in der Mitte des Fadens sich befand. An jedem Ende des Fadens befand sich eine feine Nähnadel. Hierauf wurde in der vorderen Wand der Trachea eine ungefähr ½ Zoll lange Oeffnung gemacht; durch diese beide Nadeln nach einander eingeführt und etwa ½ Zoll unterhalb der Trachealöffnung durchgestochen, so dass die Stiche ungefähr 1½ Linien von einander entfernt waren. Indem nun die beiden Enden des Fadens angezogen und das in der Mitte des Fadens befestigte Federstück in die Trachea hineingezogen wurde, kam es mit dem grössten Theile in das unterhalb der Oeffnung befindliche Stück der Trachea zu liegen. Die Lungen konnten also nur mittelst eines Minimum vom Lumen der Trachea mit der atmosphärischen Luft communiciren. Dass in diesen, wie in allen vorhergehenden Fällen (wo die Trachea Behufs der Einführung eines Körpers war geöffnet worden), die vor der Trachea befindlichen und vorher durchschnittenen Muskeln durch Nähte so vollständig wie möglich wieder vereinigt und auch die Hautwunde für sich geschlossen wurde, versteht sich von selbst.

Den 27sten, Nachmittags gegen 3 Uhr, wurden beide Thiere durch Strychnin getödtet.

In beiden waren die Lungen vollständig gesund. Nur die Schleimhaut des unterhalb der Verengerung befindlichen Theils der Luftröhre und die Schleimhaut der Bronchi war reichlich injicirt und stellenweise mit einer Lage durchsichtigen Schleims bedeckt.

Fügen wir nun hierzu noch das Ergebniss der oben mitgetheilten Krankengeschichten und Versuche, welche sich auf die Verengerung der Stimmritze beziehen, so gelangen wir zu dem Schlusse:

dass die blosse Verengerung der Luftwege überhaupt unfähig ist, unmittelbar eine Erkrankung des Lungengewebes herbeizuführen;

wogegen die luftdichte Verschliessung eines Bronchialrohrs beständig Luftleerheit und gleichmässige dunkle Röthung des zugehörigen Lungenabschnitts zur Folge hat.

Gegen den letzten Theil dieses Satzes könnte möglicherweise

eingewendet werden, dass die Lungenerkrankung nicht die Folge gerade der durch den Pfropf bewirkten Verschliessung des Bronchialrohrs zu sein brauche, sondern eben so gut von der unmittelbaren Einwirkung des gleichzeitig abgesonderten Schleims aufs Lungengewebe bedingt sein könne.

Doch dieser Einwand wird hinfällig einmal durch die bereits oben mitgetheilten Thatsachen, aus denen hervorgeht, dass die von der Schleimhaut der Bronchien abgesonderte Flüssigkeit sogar in grosser Menge vorhanden sein könne, ohne Veränderungen des Lungenparenchyms herbeizuführen; zweitens durch die im Exp. XLIV. gemachte Beobachtung, dass die dicke, weisse Flüssigkeit sich in den Bronchien auch des gesunden unteren Lappens fand. Hierzu kommt drittens die Thatsache, dass die diese Flüssigkeit zusammensetzenden mikroskopischen Bestandtheile nur ausnahmsweise und dann in äusserst geringer Menge in den krankhaft veränderten Lungenpartieen anzutreffen waren.

Wenn nun, sagen wir weitergehend, die nach Durchschneidung der Vagi in die Luftwege gelangende Flüssigkeit die Lungenerkrankung dadurch bewirkte, dass sie verschiedene Bronchien luftdicht verschliesst, so müsste diese Erkrankung offenbar identisch sein mit derjenigen, welche nach Verschliessung der Bronchien entsteht. Das heisst: es müssten in beiden Fällen dieselben Zustände in derselben Reihe auf einander folgen.

Da wir uns später mit jedem einzelnen dieser Zustände und ihrer Reihenfolge näher zu beschäftigen haben, so wollen wir für jetzt, um Wiederholungen zu vermeiden, nur auf die Thatsache aufmerksam machen: dass sich weder mit seröser Flüssigkeit, noch auch mit der oben erwähnten weissen Masse infiltrirtes, braunrothes Gewebe jemals nach Verstopfung eines oder mehrerer Bronchien gezeigt hat, während doch beide Zustände die beständigen Befunde sowohl nach Durchschneidung der Vagi als nach Einspritzung der aus dem Oesophagus aufgefangenen Flüssigkeit sind. Andererseits findet sich weder der Zustand der einfachen „rothen Verdichtung“ (das heisst: rothes, luftleeres Parenchym, welches beim Aufblasen alle die Eigenschaften des normalen erhält) noch auch der im Exp. XLVI. (sub *g.* und *h.*) beschriebene Zustand jemals nach Durchschneidung der Vagi.

Sind aber die krankhaften Zustände oder Vorgänge in beiden Fällen verschiedene, so müssen auch, unter sonst gleichen Bedingungen, die erregenden Ursachen derselben verschieden sein. Das heisst: Ist es in dem einen Falle, bei der Einführung des Pfropfs, erwiesenermaassen die dadurch bewirkte Verschliessung der Bronchien, welche den Krankheitsvorgang in den Lungen einleitet, so kann der davon verschiedene Vorgang in dem anderen Falle nicht auch durch die Verschliessung der Bronchien bedingt sein.

Die nach Durchschneidung der Vagi in die Luftwege gelangende Flüssigkeit muss also jedenfalls unmittelbar aufs Lungengewebe einwirken, um die unter diesen Umständen erscheinende Erkrankung herbeizuführen.

Welcher Art jedoch diese Einwirkung sei, ob die Flüssigkeit überhaupt oder nur einzelne Bestandtheile derselben ins Blut gelangen, in welcher Weise dieses verändert werde u. s. w., wissen wir, in Ermangelung hierauf bezüglicher Versuche, nicht anzugeben.

Die auf diese Punkte gerichtete Untersuchung würde sich in ein Gebiet verirren, dessen Anbau bei dem heutigen Standpunkt der Pathologie von geringem oder keinem Interesse wäre, ganz abgesehen von den vielleicht unüberwindlichen Schwierigkeiten, welche sich der Lösung dieser Fragen entgegenstellen würden.

Wir begnügen uns, gezeigt zu haben, dass alle die bisher aufgestellten Behauptungen über die Ursachen der Lungenerkrankung, welche nach Durchschneidung der Vagi erscheint, durchaus falsch sind, also auch alle die Erklärungen pathologischer Erscheinungen beim Menschen, welche sich auf jene Behauptungen stützen.

Es sind, wie man sieht, zur Erzeugung dieser Zustände Bedingungen thätig, wie sie nur höchst selten oder niemals beim Menschen vorkommen dürften. †)

†) In dem Falle, wo der Oesophagus mit der Trachea communicirt (z. B. in Folge eines perforirenden Krebsgeschwürs), kommen allerdings auch beim Menschen Speichel und Mundschleim, freilich mit Speiseresten untermengt, in die Luftwege. Dass dann gleichfalls eine entzündliche Lungenaffection sich entwickelt, ist hinlänglich bekannt.

II. Die Natur der Lungenkrankheit, welche auf die Durchschneidung der Vagi folgt.

Hr. Mn. sagt p. 69. des erwähnten Werkes:

„Ich gebe die Beschreibung der verschiedenen Zustände der Lunge nach den Beobachtungen, welche ich nach Excision der Nn. recurrentes gemacht habe, weil die Thiere je nach ihrem Alter zu sehr verschiedenen Zeiten nach der Operation sterben und daher die Alteration der Lunge am besten in ihren verschiedenen Entwickelungsstufen sehen lassen."

Indem nun in der That die Beschreibung blos derjenigen Veränderungen, welche nach Durchschneidung der Recurrentes erscheinen, gegeben wird, fährt Hr. Mn. fort:

„Wir sehen aus diesen Angaben, dass der Process in der Lunge, welcher nach der Durchschneidung der Nn. vagi und recurrentes eintritt, in einer Erweiterung der Capillargefässe, Blutüberfüllung derselben und Ausschwitzung einer organisationsfähigen Flüssigkeit in das Gewebe der Lunge und die Luftzellen besteht. Es sind dies die Erscheinungen, welche nach allen neueren Beobachtungen die thatsächlichen Vorgänge des Prozesses ausmachen, der von den Pathologen gewöhnlich mit dem Namen der Entzündung bezeichnet wird, und ich halte es daher auch von dieser Seite für gerechtfertigt, wenn ich den Prozess in der Lunge, mit dem wir es zu thun haben, als eine wahre Pneumonie bezeichne."

Also Hr. Mn. hält denjenigen Vorgang, welcher auf die Durchschneidung der Vagi folgt, deshalb für eine Lungenentzündung, weil er gefunden hat, dass die Lungenkrankheit nach Excision der Recurrentes eine Entzündung ist. Dieser Schluss aber würde nur dann gerechtfertigt sein, wenn Hr. Mn. die Identität der Ursachen beider Krankheiten nachgewiesen hätte. Da, würde er haben sagen können, die Ursachen der Lungenaffection nach Durchschneidung der Vagi dieselben sind, als die Ursachen derjenigen, welche auf die Excision der Laryngei folgt, das letztere Lungenübel aber eine Entzündung ist, so muss auch jenes Uebel, welches nach Durchschneidung der Vagi erscheint, eine Lungenentzündung sein. Er hätte damit zwar nur indirect, aber doch bewiesen, „dass wir es nach Durchschneidung der Vagi in der That mit einer wahren Pneumonie zu thun haben." Welches aber ist der Beweis für die Richtigkeit des Vordersatzes A., d. h. für die Identität der in beiden Fällen wirkenden Ursachen? Er ist, wie wir gezeigt haben,

gar nicht geführt worden. Wir haben an derselben Stelle sogar bewiesen, dass aus der Auseinandersetzung des Hrn. Mn. gerade das Gegentheil von dem, was er darthun wollte, folgt, nämlich die Nichtidentität der in beiden Fällen wirkenden Ursachen.

Doch Hr. Mn. giebt noch einen zweiten Beweis für die Richtigkeit der Behauptung, dass die Lungenkrankheit nach Durchschneidung der Vagi eine Lungenentzündung sei.

Nachdem er die ganze auf die Affection bezügliche Stelle aus dem bereits angeführten Werke Longet's mitgetheilt hat, heisst es p. 75: „Im Uebrigen kann wohl aber die Splenisation oder rothe Hepatisation der Lunge nicht besser beschrieben werden, als es Longet gethan hat, und dennoch finden wir unbegreiflicherweise kein Wort von einer Vergleichung mit denselben!"

Analysiren wir. Der Prozess, welchen man beim Menschen Lungenentzündung nennt, besteht in der Aufeinanderfolge von vier krankhaften Zuständen des Lungengewebes. Es sind dies die Zustände der entzündlichen Anschoppung (von den Franzosen Engouement genannt), der rothen Hepatisation, der grauen Hepatisation, der eitrigen Infiltration.

Nur bei Rokitansky finden wir die nicht näher begründete Behauptung: „dass der entzündlichen Anschoppung immer der Zustand von einfacher Stase und Splenisation des Parenchyms vorangeht", p. 84. Dagegen fällt weder ihm noch irgend einem anderem der neueren pathologischen Anatomen ein, zu behaupten, dass die Zustände der Splenisation und Hepatisation dieselben seien. Von Allen werden im Gegentheil die Charactere beider so genau angegeben, dass von einer Verwechselung selbst für den Anfänger nicht die Rede sein kann.

Steht aber dieser Unterschied fest, über den sich Hr. Mn. am besten in Louis: *sur la fièvre typhoïde tom. I. p. 328*, hätte unterrichten können, so kann auch Longet nicht einen Zustand beschrieben haben, welcher Splenisation oder Hepatisation, das heisst mit beiden identisch ist. Wie kommt also Hr. Mn. zu seiner Behauptung? Offenbar durch die Worte: *le parenchyme s'est tellement transformé . . . . ., qu'on dirait la texture du foie ou de la rate*, mit welcher Longet offenbar nur eine ungefähre Vorstellung von der Consistenz der erkrankten Lungenpartieen hatte geben wollen (ist doch schon die Farbe beider Organe eine durchaus verschiedene!).

Haben wir aber in der von Longet gegebenen Beschreibung in der That eine rothe Hepatisation vor uns, d. h. eine Reihe von ab-

normen Erscheinungen, welche durch vermehrten Gehalt des Parenchyms an Blutkörperchen und einen in dasselbe abgelagerten, weissen, festen, sich in Eiterkörperchen verwandelnden Stoff bedingt sind?†)

„Die kranken Lungenpartieen sind umfänglicher als normal, sind roth, stellenweise schwarzroth, derb anzufühlen, luftleer (denn sie knistern beim Einschneiden nicht und sinken im Wasser zu Boden), lassen sich nur stellenweise aufblasen (weil, wie Longet meint, der in den Bronchien angehäufte Schleim und das schaumige Serum die Luft einzudringen verhindern). Wasser, in die Lungenarterie gespritzt, kommt nicht wieder durch die Venen heraus."

Wo ist hier die Rede von Erscheinungen, durch welche die Ablagerung einer faserstoffigen Masse ins Lungengewebe erwiesen wird?

Beweist es die Luftleerheit? Diese aber könnte durch die Anhäufung der Blutkörperchen in den Capillargefässen und durch stellenweisen Austritt von Blut in die Lungenzellen bedingt sein. Oder die Unaufblasbarkeit? Diese aber kann ja, wie Longet selbst bemerkt, als Folge der in den Bronchien angehäuften Massen, zu denen bei Kaninchen reichliche Speisereste kommen, betrachtet werden.

Eine Hepatisation also hat Longet offenbar nicht beschrieben; und unbegreiflich ist nur, dass Hr. Mn. es unbegreiflich gefunden hat, bei Longet selbst „kein Wort von einer Vergleichung des beschriebenen Zustandes mit der rothen Hepatisation zu finden".

Ist aber durch Hr. Mn. nicht bewiesen worden, dass nach Durchschneidung der Vagi eine wahre rothe Hepatisation in den Lungen anzutreffen sei, so hat er für die Erkenntniss der Natur des in Rede stehenden Lungenleidens eben so wenig geleistet, als vor hundert Jahren Senac, der die Affection ebenfalls „eine Lungenentzündung" nennt, ohne dafür einen anderen Beweis anzuführen, als die Röthe und Luftleerheit des Parenchyms (siehe Lund l. c.).

Weit höher ist das anzuschlagen, was Hr. Valentin, sechs Jahre vor Hrn. Mn., über die Natur dieser Lungenaffection gelehrt hat in seinem Werk: *De nervor. cerebral. etc.*, wo es p. 51 heisst: *Eadem in pulmonibus eveniunt, qui eodem morbo, quem in homine observatum „engouement des poumons" Francogalli vocant, permutantur . . . . Vasa pulmonum nimia sanguinis nigri copia replentur. Eorum sanguis ipse aut in vasibus contentus aut extra vasa egressus coagulatur. Coagulatio vero corpuscula sanguinis formis non mutata, at luculenter profundiori rubore tincta, fibrinam aut flavo-*

†) Unter dem Einfluss der damals herrschenden Vorstellungen über die Bildung der Eiterkörperchen geschrieben!

rubicundam aut nigro-rubicundam et globulos illos, quos „globulos inflammatorios“ Gluge vocat, exhibet, ut vera quae audit, infarctio pulmonum existat.

Wie man hieraus ersieht, behauptet Valentin, dass im Lungengewebe nicht nur mehr Blutkörperchen als normal, sondern auch ein Exsudationsproduct (die Entzündungskugeln) anzutreffen sei, dass also mit der Ueberfüllung der Gefässe durch Blut ein Exsudationsprozess stattfinde. Er geht vorsichtigerweise nicht weiter, als seine Beobachtungen reichen. Denn mit dem Namen Pneumonie würde er einen Vorgang bezeichnet haben, von dem er nichts als das erste Stadium gesehen hat. Freilich hätte er mit Hrn. Mn. behaupten können, dass man die anderen deshalb nicht zu Gesicht bekomme, weil die Thiere zu früh sterben. Eben dies aber wäre schwer zu beweisen gewesen. Und doch musste es bewiesen werden, wenn die Behauptung der Pneumonie keine willkürliche, also unnütze sein sollte.

Halten wir uns an unsere eigenen Beobachtungen, so findet man, wie aus dem bereits Mitgetheilten hervorgeht, 24 Stunden nach Durchschneidung beider Vagi, nicht nur das Lungengewebe, sondern auch die Luftwege in krankhaftem Zustande, und zwar:

a) Die Schleimhaut der Trachea und der Bronchi injicirt (schon von Valentin beobachtet); bei Hunden ist die Injection mittelst der Lupe bis in die kleinsten Bronchien zu verfolgen.

b) In den Luftwegen eine meist weisse, bisweilen röthliche, schaumige Flüssigkeit in grosser Menge; unter gewissen, bereits genannten Bedingungen auch Speisereste, Haare, Sand etc.

c) Die Lungen umfänglicher als im gesunden Zustande.

d) Einen Theil des Gewebes luftleer, braunroth, mit seröser Flüssigkeit infiltrirt.

e) Einen anderen ebenfalls luftleer, braunroth, aber, ausser mit seröser Flüssigkeit, noch mit einer festen, weissen Masse infiltrirt, welche stellenweise den rothen Grund ganz verdrängt.

f) Durchaus graue, luftleere Partieen.

Wir wollen jede dieser Erscheinungen für sich ins Auge fassen. Unser Urtheil über die zu Grunde liegenden Vorgänge wird dann hoffentlich um so sicherer sein.

Die in den Luftwegen vorhandene schaumige Flüssigkeit kann entweder von aussen her in dieselbe gelangt sein, oder innerhalb des Athmungsapparates, sei es von der injicirten Tracheo-

Bronchialschleimhaut oder von der Lungensubstanz selbst, abgesondert sein.

Dass nach Durchschneidung der Vagi eine Flüssigkeit aus der Mundhöhle in die Luftwege gelangt, haben wir bewiesen. Es erleidet also keinen Zweifel, dass wenigstens ein Theil jener schaumigen Flüssigkeit vom Verdauungskanal geliefert wird.

Eben so gewiss aber ist es, dass ein anderer Theil derselben aus den Lungen kommt, da die rothen luftleeren Partieen von einer serösen, luftbläschenleeren Flüssigkeit erfüllt sind, bevor die weissen Massen in ihnen erscheinen. Diese müssen, da sie die Lungenzellen ausfüllen (Beweis dafür später), die vorher in denselben vorhandene Flüssigkeit dahin verdrängen, wo ihr der geringste Widerstand geleistet wird, d. h. eben nach den Bronchien.

Zweifelhaft allein ist der Antheil der Tracheo-Bronchialschleimhaut, da die Anwesenheit des Flimmerepithels in der schaumigen Flüssigkeit sich noch anders als durch vermehrte Absonderung erklären lässt, ausserdem aber bis jetzt nicht bewiesen ist, dass Ueberfüllung der Blutgefässe einer Hautfläche nothwendig vermehrte Absonderung zur Folge hat.

Was wir in den angeführten Beobachtungen unter einem ungewöhnlichen Umfang der Lungen verstehen, bedarf der möglichen Missverständnisse halber einer näheren Erläuterung.

Bekannt ist, dass die s. g. Pleurahöhlen während des Lebens sowohl als nach dem Tode von den Lungen vollständig ausgefüllt werden; eben so, dass, sobald man eine Pleurahöhle, sei es während des Lebens oder nach dem Tode, öffnet, das Volumen der Lunge um Vieles kleiner wird als das der entsprechenden Brusthälfte.

Offenbar kann hier nicht von einem Zusammendrücken der Lunge durch die atmosphärische Luft, wie man noch mitunter sagen hört, die Rede sein, weil ja die von der Lunge eingeschlossene Luft, indem sie mittelst der Trachea mit der Atmosphäre in Verbindung steht, die Dichtigkeit dieser letzteren besitzt, wenigstens nach dem Tode.

Es kann sich die Lunge nur vermöge einer ihr eigenthümlichen Kraft, welche durch die Eröffnung der Brusthöhle frei geworden ist, verkleinert haben.

Dass hier die Schwere nicht in Betracht komme, wie bei einer aufgeblasenen nassen Schweinsblase, wenn der eingeblasenen Luft der Austritt gestattet ist, sondern hauptsächlich die Elasticität des

Gewebes, geht einfach daraus hervor, dass die Verkleinerung in allen Durchmessern stattfindet. Die Lunge wird nicht nur von vorn nach hinten, sondern auch von aussen nach innen und von oben nach unten kleiner.

Demnach befindet sich das elastische Lungengewebe, bei geschlossenen Brusthöhlen, in einem Zustande, wie man sich ausdrücken kann, gezwungener Ausdehnung, und ist dasjenige Volumen, welches die Lungen, unter normalen Verhältnissen, nach Eröffnung des Thorax erhalten, dass ihnen (vermöge ihrer Elasticität) eigenthümliche.

Dieses Volumen zum Grundmaass genommen, sind die Lungen, nach Durchschneidung der Vagi, bei Eröffnung der Brust, ungefähr doppelt so umfänglich, als unter den normalen Bedingungen.

Welches ist die Ursache dieses grösseren Volumens?

Es kann, dem Vorausgeschickten zufolge, bedingt sein *a*) entweder dadurch, dass das Lungengewebe einen Theil seiner Elasticität verloren hat (also erkrankt ist), oder *b*) dadurch, dass sich der Zusammenziehung des gesunden Gewebes ein Hinderniss entgegenstellt, welches nur theilweise von der Elasticität überwunden wird.

Dies Hinderniss kann entweder von aussen her wirken, oder in den Luftwegen vorhanden sein. Es kann entweder die Oberfläche der Lunge in grösserer oder geringerer Ausdehnung mit der Rippenwand verwachsen sein — eine Möglichkeit, welche hier nicht in Betracht kommt, aber um so häufiger beim Menschen verwirklicht angetroffen wird, — oder eine Masse in die Luftwege abgelagert sein, welche durch ihre Schwere und ihre Adhäsion an die Wände der Luftwege der Elasticität des Gewebes einen Widerstand leistet.

Exp. L. Wird einem gesunden, durch Strychnin getödteten Kaninchen durch eine Oeffnung in der Trachea eine Quantität von etwa drei Drachmen Oel langsam eingespritzt und hierauf mit dem Tubulus etwas Luft nachgeblasen, so findet man, nach Oeffnung der Brust, die Lungen ungefähr so ausgedehnt als nach Durchschneidung der Vagi.

Dass in diesem Versuch die Lungen selbst keine Veränderung erlitten haben, ist klar. Was die Zusammenziehung derselben auf das ihnen eigenthümliche Volumen hindert, ist die in den Luftwegen enthaltene Flüssigkeit, deren Gewicht und Adhäsion an die Wände der Bronchien.

Da wir nun wissen, dass auch nach Durchschneidung der Vagi eine Flüssigkeit in den Luftwegen angetroffen wird, so kann das grössere Volumen der Lungen nach dieser Operation nur entweder

von dieser Flüssigkeit, oder durch die erwähnten Veränderungen des Lungengewebes selbst bedingt sein.

In seiner Structur verändert aber ist blos ein Theil desselben, ein oft weit grösserer Theil ist lufthaltig, normal gefärbt etc. und doch umfänglicher als gewöhnlich, bisweilen sogar umfänglicher als der, dessen Structur verändert ist. Hier kann das ungewöhnliche Volumen offenbar nur von der Anwesenheit jener schaumigen Flüssigkeit in den Luftwegen bedingt sein. Um so mehr, als in Fällen von Vagidurchschneidung (siehe oben), wo keine Flüssigkeit in den Luftwegen angetroffen wird, auch die Lungen einen normalen Umfang zeigen.

Aber auch die Volumsvermehrung der luftleeren, mit seröser Flüssigkeit etc. infiltrirten Theile braucht nicht Folge eines Verlustes an Elasticität zu sein (wie z. B. Longet ohne Weiteres behauptet). Es ist im Gegentheil, in Anbetracht der Integrität ihres Gewebes, sogar wahrscheinlicher, dass es sich auch hier nur um den Widerstand handelt, welcher der Elasticität theils von den in das Gewebe selbst infiltrirten Massen, theils von der in den Bronchien angesammelten Flüssigkeit entgegengesetzt wird.

Doch, statt diese Frage näher zu erörtern, wollen wir lieber auf eine der vielen (durch die Hypothesen nicht ausgefüllten, höchstens verdeckten) Lücken in der Lehre vom Emphysem aufmerksam machen, welche man nicht einmal zu kennen scheint.

Während man einerseits diejenigen Lungentheile emphysematös nennt, deren Zellen grösser als die einer vollständig aufgeblasenen Lunge oder, durch Vernichtung der Scheidewände, zu grösseren lufthaltigen Räumen mit wenig elastischen Wänden verschmolzen sind, belegt man mit demselben Namen auch solche lufthaltige Lungentheile, welche nicht das ihnen eigenthümliche Volumen besitzen, sondern über die angrenzenden normalen Partieen hervorragen und deren Zellen etwas grösser sind als die der anderen Theile, welche sich vollständig zusammengezogen haben. Man könnte auf den ersten Anblick glauben, dass es sich hier blos um eine Verwirrung in der Benennung handle, aber der Fehler ist ein wesentlicher. Aus der Benennung geht hervor, dass man auch den letzteren Zustand für eine Veränderung hält, welche das Gewebe während des Lebens erlitten habe. Die betreffenden Partieen, meint man, hätten durch zu starke Ausdehnung einen Theil ihrer Elasticität eingebüsst, weshalb sie eben nach Eröffnung der Brust sich nicht auf das normale Volumen zusammenziehen können.

Man höre unter Anderem, was Fauvel in dem bereits ange-

führten Aufsatz über capilläre Bronchitis p. 486 sagt: „Das Emphysem bot sich in der Form des vesiculären und interlobulären dar. Die erstere war bemerkenswerth durch ihre Beständigkeit. Sie fand sich in allen Individuen und immer in solcher Ausdehnung, dass die Annahme natürlich war, sie müsse als secundäres Leiden zur Erzeugung gewisser wichtiger pathologischer Erscheinungen beigetragen haben. Dieses vesiculäre Emphysem war sehr ausgesprochen, vorzüglich am oberen Lappen und am vorderen Theil jeder Lunge. Hier zeigten sich äusserlich mehr oder weniger deutliche lobuläre Erhabenheiten, in welchen man, bei aufmerksamer Anschauung, leicht durch Gas ausgedehnte Zellen unterscheiden konnte. In einem Falle hatten mehrere Zellen die Grösse eines Stecknadelkopfs; sie fielen *(elles s'affaissaient)* durch einen einfachen Stich zusammen. Unter allen anderen Umständen hatten sie weniger beträchtliche Ausdehnungen, und niemals fanden sich Höhlungen im Lungenparenchym *(vacuoles renfermées dans le tissu pulmon.)* oder über die Oberfläche hervorspringende Anhänge. Die erwähnten Erhabenheiten fanden sich übrigens auch an der äusseren Fläche und selbst an der Basis der Lungen. Das emphysematöse Gewebe war weich, bleich und knisternd, aber in keinem Fall konnte man eine Verdickung der Lungenzellenwände wahrnehmen. Unabhängig von dieser characteristischen Form des Emphysems, welche nur auf einige Theile der Lunge beschränkt war, hatte das Gewebe dieses Organs grösstentheils eine solche Ausdehnung erlitten, dass es bei Eröffnung der Brust kaum zusammenfiel. Dieser Zusand, meint Fauvel, könne als erster Grad des vorher erwähnten betrachtet werden."

Wir übergehen die Meinungen Fauvel's über den Mechanismus, durch welchen diese „allgemeine Ausdehnung" und das acute Emphysem, wie er den anderen Zustand nennt, herbeigeführt werden soll, um so mehr, als ihnen ganz willkürliche, physikalische Voraussetzungen zu Grunde liegen, welche zu widerlegen nicht der Mühe lohnt. Dagegen fragen wir nach dem Grunde überhaupt, welchen Fauvel und Andere haben, den grossen Umfang der Lungen unter den gegebenen Bedingungen für eine Folge der während des Lebens theilweise oder ganz aufgehobenen Elasticität der Lungenzellen zu halten? Wodurch beweisen sie zunächst, dass die Elasticität der Lungen in der That vermindert oder vernichtet sei? Sie haben offenbar keinen anderen Beweis, als eben das vermehrte Volumen. Dies aber kann ja, wie wir gesehen haben, von der in den Bronchien in grosser Menge angehäuften gelben Masse bedingt

sein. Es kann diese Masse die vollständige Zusammenziehung des Lungengewebes nach Eröffnung des Thorax auf dieselbe Weise gehindert haben, wie das Oel in unserem obigen Versuch. Ist demnach die Annahme einer Elasticitätsverminderung eine willkürliche, so ist es offenbar auch die darauf gebaute andere, dass jener Zustand von Aufgeblähtsein der Lunge u. s. w. die Folge einer während des Lebens bewirkten Elasticitätsverminderung sei.

Zur näheren Kenntniss der Eigenschaften des luftleeren Gewebes, welches sich nach Durchschneidung der Vagi in den Lungen findet, reihen wir zunächst an die bereits mitgetheilten noch einige andere Beobachtungen mit der Bemerkung, dass die Ober- und Schnittflächen auch hier mittelst des einfachen Mikroskops (bei 10 bis 20facher Vergrösserung) untersucht wurden.

Exp. LI. Den 18. Juli um 4½ Uhr Nachmittags wurden einem erwachsenen, dunkelgefärbten Kaninchen die Vagi durchschnitten.

Nach dem Aufbinden = 136 Athemzüge, bisweilen so rasch, flach und unregelmässig, dass sie nicht zu zählen sind. Nach Durchschneidung der Halshaut = 108. Nach Durchschneidung beider Vagi = 28. Ungefähr eine Minute, nachdem es auf die Beine gestellt war, = 116. Dann nicht mehr zählbar. Am anderen Morgen zwischen 8 – 9 Uhr = 48; um 11½ Uhr = 36.

Es lebte 23 Stunden. Bei Eröffnung der Brust zeigten sich in jedem Pleurasacke ungefähr 2 Drachmen einer klaren Flüssigkeit, in welcher die mikroskopische Untersuchung: Blutkügelchen, Epithelialfetzen und runde, granulirte Körperchen von der Grösse der Schleimkörperchen nachwies. Der obere Theil der linken Lunge von einer dünnen, weissen Exsudatschicht überzogen. In den Luftwegen schaumige Flüssigkeit; auf der Schleimhaut der Luftröhre ziemlich grosse, breiige, grünliche Haare und Sand enthaltende Flocken. Lungen voluminöser als normal. Die Oberfläche grösstentheils roth gefärbt und ohne Luftbläschen. Am tiefsten roth gefärbt ist die von dem pleuritischen Exsudat bedeckte obere Hälfte der linken Lunge. Auf den Schnittflächen derselben zeigen sich in den Bronchien die erwähnten grünen Pfröpfe (aus Speiseresten u. s. w.) und in dem Parenchym eine weisse, feste Masse in so grosser Menge, dass der rothe Grund nur an sehr wenigen Stellen zum Vorschein kommt.

Exp. LII. Den 17. September. Gestern Nachmittags 4 Uhr wurden einem grossen dunkelgefärbten Kaninchen die Vagi durchschnitten; es starb heute Morgen gegen 11 Uhr, hatte also 19 Stunden gelebt. Während der Section noch Zuckungen der durchschnittenen Muskeln. *a*) Im Herzen nur flüssiges Blut. *b*) In den Pleurahöhlen keine Flüssigkeit. *c)* In den Luftwegen viel schaumige Feuchtigkeit. Tracheal- und Bronchialschleimhaut injicirt. *d)* Lungen viel umfänglicher als gewöhnlich. *e)* Grösstentheils normal gefärbt. *f)* Die oberen Lappen grösstentheils braunroth, luftleer. An der Oberfläche derselben sieht man auf dem rothen Grunde theils zahlreiche Gruppen gelblich-weisser Punkte, d. h. mit weisser Substanz infiltrirte Lungenläppchen, stellenweise sehr dicht an einander, so dass sie nur durch feine rothe Linien geschieden sind; theils Gruppen stark erweiterter Lungenbläschen. *g)* An den unteren Lappen grosse, blaurothe, luftleere Flecke, welche von seröser Flüssigkeit infiltrirt sind. *h)* Auf den Durchschnitten der braunrothen Stellen erscheinen, auf Seitendruck, eine Menge verschieden grosser Tropfen einer dicken, gelben Flüssigkeit. *i)* In den blaurothen Partieen nur spärliche Eiterkörperchen. *k)* In den braunrothen eine sehr grosse Menge derselben; zwischen ihnen spärliche, doppelt so grosse Kugeln mit theils fein granulösem, theils grobkörnigem Inhalt; auch Pflasterepithelium.

Exp. LIII. Den 31. October Morgens 9 Uhr wurden einem erwachsenen Kaninchen die Vagi durchschnitten. Abends 6¾ Uhr Vergiftung durch Strychnin. Beide Lungen verändert, fast zur Hälfte luftleer. Umfang vergrössert. Man beobachtet ausser dem gesunden Gewebe: *a*) lufthaltige Stellen, deren vergrösserte Bläschenhaufen durch rothe Zwischenräume getrennt sind. In diesen rothen Zwischenräumen, welche stellenweise grössere Ausdehnung besitzen, sieht man bei 20facher Vergrösserung eine Menge dicht gedrängter, feiner, weisser Ringe von Griesskorngrösse. *b*) Rothe, luftleere, mit seröser Flüssigkeit infiltrirte Stellen, welche sich unter dem Mikroskop wie die erwähnten rothen Zwischenräume verhalten, ausserdem aber zerstreute Gruppen weisser Punkte zeigen. *c*) An mehreren Stellen diese letzteren Gruppen dicht gedrängt und nur durch feine, linienförmige, rothe Zwischenräume geschieden. Sie bestehen aus theils runden, theils polyedrischen weissen Punkten, welche bei der 20fachen Vergrösserung Grieskorngrösse haben und durch noch feinere rothe Linien von einander geschieden sind. In der Trachea, den Bronchi und kleinsten Bronchien grüne Massen. Auch diejenigen Theile lassen sich aufblasen, in welche

die weisse Masse infiltrirt ist, sie zeichnen sich aber, aufgeblasen, durch eine röthere Färbung aus. Viel stärker roth ist die Färbung der aufgeblähten rothen Stellen. Von den Schnittflächen der nicht aufgeblasenen infiltrirten Stellen liess sich eine etwas dicke, weissliche Flüssigkeit abschaben. Dieselbe zeigt unter dem Mikroskop eine Menge Eiterkörperchen, aber keine Entzündungskugeln. Uebrigens waren auch hier die oberen Partieen in grösserer Ausdehnung leidend als die unteren.

Exp. LIV. Den 9. November Abends 10 Uhr wurden einem kleinen schwarzen Kaninchen die Vagi durchschnitten; es war Morgens 7 Uhr todt. Blut im Herzen geronnen. In den Luftwegen eine grosse Menge schaumiger Flüssigkeit. Lungen den eröffneten Thorax fast vollständig ausfüllend. Oberfläche grösstentheils anomal gefärbt: *a*) Nur wenige grössere, ganz weisse, lufthaltige Stellen; *b*) grössere weisse, roth gefleckte Partieen (die Flecke unregelmässig, die einen Luftbläschen enthaltend, die andern nicht); *c*) grössere dunkel braunrothe Flecke von unregelmässiger Gestalt, welche keine Luftbläschen zeigen; *d*) an dem linken oberen Lappen eine grosse, derbe, dunkel braunrothe Stelle, in welche viel weisse Masse infiltrirt ist. Die rothen Flecke am rechten Lungenflügel (der allein aufgeblasen wird) bleiben auch während der stärksten Ausdehnung markirt; sie werden um so röther, je kleiner die Lungenpartie wird. Von den Schnittflächen der unaufgeblasenen rothen Flecke des linken Lungenflügels quillt auf Seitendruck eine Menge seröser Flüssigkeit. Die von den Schnittflächen der Partie *d.* abgeschabte dickliche, gelbröthliche Flüssigkeit zeigt, mit gesättigter Zuckerwasserlösung innig vermengt, unter dem Mikroskop 1) eine Menge rundlicher oder ovaler, mitunter unregelmässiger Körper von ungefähr $\frac{1}{150}$ P. L. Dieselben zeichnen sich durch eine gelbe Färbung, welche bei den meisten stärker als die der Blutkörperchen ist, aus. Der Inhalt ist entweder grösstentheils gleichartig oder, bei den meisten, grobkörnig. Nur an wenigen lässt sich eine scharfe, im ganzen Umfange gleichförmige Umgrenzung wahrnehmen. 2) Pflasterepithelium. 3) Blutkörperchen in grosser Menge. 4) Eiterkörperchen. — Mit Brunnenwasser behandelt, zeigen die meisten der grossen Körper (sub 1) eine Veränderung. Es zeigt sich bei den meisten eine dünne Zellenwand, welche sich grösstentheils von dem Inhalt entfernt hat. In dem gelblichen Inhalt sieht man bei mehreren einen deutlichen Kern. Durch die Entfernung der Wand von dem Inhalt sind viele ein halbmal grösser geworden.

Exp. LV. Den 10. November Abends 10 Uhr wurden einem

erwachsenen, weissen Kaninchen die Vagi durchschnitten. Am folgenden Tage um 11 Uhr Tödtung durch Strychnin. Es hatte also 13 Stunden gelebt. Während der Section Zuckungen der Muskeln. Blut im Herzen durchaus flüssig. Lungen grösser als in der Regel. Rechte Lunge: unterer Lappen grösstentheils normal gefärbt; an demselben mehrere hanfkorn- bis erbsengrosse braunrothe Flecke, innerhalb deren spärliche Lungenbläschengruppen. Die oberen Lappen fast durchaus braunroth, in dem braunrothen Grunde stellenweise Gruppen ausgedehnter Lungenbläschen. Linke Lunge: unterer Lappen grösstentheils dunkel braunroth; nur wenige Inseln gelben normalen Parenchyms; das braunrothe wie an der rechten Lunge; der obere Lappen sehr derb, derber als alles übrige P., grau, mit einem Stich ins Braunrothe, luftleer (bis auf den vorderen Zipfel, welcher lufthaltig und weiss ist), eben so beschaffen ist der angrenzende Theil des unteren Lappens. Durch Einblasen von Luft in die Trachea werden alle Theile ausgedehnt, bis auf den linken oberen Lappen, dessen grösster Theil sein früheres Volumen u. s. w. behält. Die ausgedehnten braunrothen Partieen bleiben markirt und erhalten, sich zusammenziehend, ihre Röthe fast in derselben Stärke wieder. Während die gelblich-weissen normalen Stellen nur wenig Flüssigkeit enthalten, sind die braunrothen von einer Menge seröser Flüssigkeit infiltrirt. Die Oberfläche des grauen luftleeren Theils des linken oberen Lappens zeigt bei 20facher Vergrösserung dicht an einander gedrängte, durch sehr feine rothe Linien geschiedene, rundliche oder polygonale, grieskorngrosse, weisse Punkte. Die von der Schnittfläche abgeschabte, dicke, gelbliche Flüssigkeit enthält: 1) Pflasterepithelium, 2) eine grosse Menge runder Körperchen von der Grösse der Eiterzellen, 3) zweimal so grosse runde Körper mit gelblichem Inhalt, welcher bei den meisten nicht körnig ist, 4) Blutkörperchen.

Exp. LVI. Am 11ten Abends 10 Uhr. *A*) Einem grossen weissen, und *B*) einem schwarzen Kaninchen von mittlerer Grösse werden die Vagi durchschnitten.

A) wurde am anderen Tage um 11 Uhr Morgens durch Strychnin vergiftet. Section drei Stunden darauf. Im rechten Herzen ein schwarzes Blutgerinnsel. Oesophagus leer. In den Luftwegen schaumige Flüssigkeit. Trachealschleimhaut sehr reichlich injicirt. Lungen umfänglicher als in der Regel. An der Oberfläche *a*) grösstentheils lufthaltiges, reichlich roth punktirtes P.; *b*) braunrothe Flecke von unregelmässigem Umriss ohne Luftbläschen; *c*) an dem rechten oberen Lappen mehrere hellere Flecke, welche viele Luftbläschen-

gruppen enthalten; *d*) ein grosser Theil des linken oberen Lappens luftleer, derb, grau-braunroth; *b* und *c* bleiben beim Aufblasen markirt, die Farbe wird um so stärker, je mehr sich das Parenchym wieder zusammenzieht, und erreicht endlich fast die ursprüngliche Intensität.

B) starb um 2½ Uhr Nachmittags, hatte also 16½ Stunden gelebt. Section bald darauf; Blut im Herzen flüssig. Im Oesophagus einige grüne Massen. Schleimhaut der Luftröhre nur stellenweise injicirt. Enorm viel schaumige Flüssigkeit in den Luftwegen. Lungen sehr umfänglich und auffallend schwer. Der grösste Theil der Oberfläche abnorm gefärbt, braunroth, nur wenige kleine Inseln weissen lufthaltigen Parenchyms. In dem braunrothen stellenweise zahlreiche dichtstehende Gruppen vergrösserter Lungenbläschen und viel seröse Flüssigkeit. Beim Aufblasen der rechten Lunge behalten die rothen Stellen eine dunklere Färbung, welche um so stärker wird, je mehr sie sich wieder zusammenziehen.

Vergleichen wir diese Beobachtungen mit den an anderen Stellen bereits mitgetheilten, so treffen wir nach Durchschneidung der Vagi dreierlei luftleeres Gewebe:

a) braunrothes, mit seröser Flüssigkeit;

b) braunrothes, mit seröser Flüssigkeit und einer weissen festen Masse infiltrirtes, und

c) graues, derbes Gewebe.

Dass *a*) und *b*) mehr Blutroth als im normalen Zustande enthalten, ersehen wir aus den Erfolgen des Aufblasens. Die rothe Färbung ist selbst dann noch markirt, nachdem die rothen Theilchen von einander entfernt sind und Luft dazwischen ist, während das gesunde Parenchym, unter denselben Bedingungen, weiss ist mit einem schwachen Stich ins Gelbe. Die rothe Färbung ist stark ausgeprägt, nachdem die aufgeblasene Lunge sich wieder zusammengezogen hat, also unter Umständen, wo das normale Parenchym gelblich oder schwach rosenroth ist. Beide Erscheinungen sind nur erklärlich dadurch, dass die Summe der färbenden Theile in den erkrankten Partieen grösser ist als in den gesunden.*)

---

*) Unser Zweck beim Einblasen von Luft in die veränderten Theile war demnach ein doppelter. Wir suchten sie aufzublasen, nicht nur um zu sehen, ob sie infiltrirt seien oder nicht, sondern hauptsächlich, um uns von ihrem Gehalt an Blutroth zu überzeugen. Rücksichtlich des ersteren Punktes ist die Probe des Aufblasens weit weniger entscheidend. Denn lässt sich der kranke Theil auch wirklich bis zu dem Umfange, den er als gesunder im geschlossenen Thorax einnehmen würde, also zu demselben Umfange, wie die benachbarten

Dass die in dem braunrothen, mit Flüssigkeit infiltrirten Gewebe bei 20facher Vergrösserung deutlich sichtbaren, dicht gedrängten weissen Ringe die Grenzen der mit der Flüssigkeit angefüllten Lungenbläschen bezeichnen, bedarf wohl eben so wenig eines Beweises, als: dass die weissen, runden oder polygonalen Punkte von gleicher Grösse mit weisser Masse angefüllte Lungenbläschen sind.

Das derbe, graue Gewebe aber unterscheidet sich von dem braunrothen, mit weisser Masse infiltrirten nur dadurch, dass es diese letztere in gröseerer Menge enthält, d. h. dass alle seine Lungenbläschen von derselben angefüllt sind.

Die mikroskopischen Gebilde der weissen Masse sind, wie ebenfalls aus den voranstehenden Beobachtungen erhellt:

a) Eiterkörperchen in grosser Menge;

b) rundliche oder ovale, mitunter unregelmässige Körper von $\frac{1}{150}$ P. L. (im Durchschnitt). Dieselben zeichnen sich durch eine gelbe Färbung, welche bei den meisten ausgeprägter als die der Blutkörperchen ist, aus. (Siehe das Nähere Exp. LIV. u. LV.) Sie sind in weit geringerer Menge als die Eiterkörperchen vorhanden.

Es erheben sich nun zwei Fragen:

1) In welcher Reihe folgen diese drei Zustände auf einander? und
2) welches ist der Zustand, in welchen das gesunde Gewebe unmittelbar nach der Einwirkung der Mundflüssigkeit geräth?

Diese Fragen beantworten wir durch die folgenden Versuche.

Exp. LVII. Den 3. November Morgens 9 Uhr wurden einem grossen, trächtigen Kaninchen beide Vagi durchschnitten: es ward um 1 Uhr Mittags durch Strychnin getödtet. Section bald darauf.

a) Speiseröhre leer (das Thier hatte auf einem Rohrstuhl ge-

---

lufthaltigen, normal gefärbten Partieen, ausdehnen, so kann er nichtsdestoweniger, wie wir aus Exp. LII. sehen, mit fester Masse infiltrirt sein. Lässt er sich dagegen wenig oder gar nicht ausdehnen, so kann die Ursache in den Bronchien liegen (zumal in den Fällen von Durchschneidung der Vagi); dann muss also erst noch bewiesen werden, dass diese Ursache (in den Bronchien) nicht hinreiche, um das Eindringen von Luft in die Lunge zu verhindern, was aber unsere Vorgänger nicht gethan haben. Die sichersten Mittel, um ein festes Infiltrat nachzuweisen, bleiben: die Untersuchung der Ober- und Schnittflächen mit bewaffnetem Auge und die Prüfung des von der Schnittfläche abgeschabten Productes; wogegen die Anwesenheit einer Flüssigkeit in grösserer Menge hinreichend dadurch bewiesen wird, dass dieselbe auf seitlichen Druck von der Schnittfläche abfliesst.

standen und während dieser Zeit weder Koth noch Urin entleert). *b*) Blut im Herzen durchaus flüssig. *c*) In den Luftwegen eine schaumige, schwach ins Rothe spielende Flüssigkeit; keine Spur von Speiseresten. *d*) Lungen grösseren Umfanges als gewöhnlich. *e*) Der grösste Theil des linken oberen, ein geringer Theil des linken unteren und rechten oberen Lappens dunkelbraunroth, luftleer, mit seröser Flüssigkeit und stellenweise mit weisser Masse infiltrirt. *f*) Theils in der nächsten Umgebung dieser Theile, theils mitten im lufthaltigen gesunden Gewebe: mennigrothe Flecke von unregelmässigem Umfange, von Hirse- bis Hanfkorngrösse, stellenweise zusammengruppirt und zusammenfliessend. Mit der Lupe untersucht, zeigen diese Flecke: Gruppen vergrösserter Lungenbläschen, welche durch rothe Zwischenräume geschieden sind.

Exp. LVIII. Den 31. October Morgens 9 Uhr wurden einem erwachsenen Kaninchen die Vagi durchschnitten; es wird um 1 Uhr Mittags durch Strychnin vergiftet. Man findet mehr als ein Drittheil des rechten oberen Lappens dunkelbraunroth, luftleer und mit seröser Flüssigkeit infiltrirt, ohne dass bei der genauesten Untersuchung eine Spur der mehrerwähnten weissen Masse zu entdecken wäre. Die nächste Umgebung dieser luftleeren Partie ist roth gefärbt, dabei lufthaltig; die rothe Färbung ist in den Zwischenräumen der lufthaltigen Lungenbläschengruppen. Beim Aufblasen erhält der Lappen seinen normalen Umfang, dagegen bleibt nicht nur die Stelle, welche luftleer war, sondern auch die rothe Umgebung, während der Lappen ausgedehnt ist, stark roth gefärbt. Nachdem der Lappen sich wieder zusammengezogen hatte, wurde die Färbung noch intensiver, und man sah nun auch an der früher luftleeren Partie Luftbläschen, welche durch rothe Zwischenräume geschieden waren. Bei der Abtrennung des Kehlkopfs von den benachbarten Theilen war viel schleimige Flüssigkeit aus dem Eingang desselben hervorgedrungen.

Exp. LIX. Den 27. October Morgens 9 Uhr wurden einem schwarzen, kräftigen Kaninchen die Vagi durchschnitten; es wird Mittags 12 Uhr durch Strychnin getödtet. Während der Section Zuckungen der (durchschnittenen) Muskeln. Im Herzen durchaus flüssiges Blut. Aus dem Kehlkopf dringt eine graue, halb durchsichtige, zähe Flüssigkeit. Schleimhaut der Luftröhre stellenweise injicirt. In den Luftwegen wenig schaumige Flüssigkeit. Lungen umfänglicher als normal. An dem linken oberen Lappen (auf allen drei Flächen desselben) unregelmässige, rothe, theilweise zusammen-

fliessende Flecke, welche stellenweise eine dunklere Färbung zeigen. Während diese letzteren Flecke nur spärliche Lungenbläschen enthalten, sind die benachbarten rothen Theile reichlich damit versehen. Die übrigen Lappen sind, abgesehen von dem grösseren Umfang, durchaus gesund.

Aus der letzten dieser Beobachtungen erhellt, dass das Lungengewebe nach Einwirkung der Mundflüssigkeit nicht sofort luftleer wird. Die nächste Veränderung besteht darin, dass die Zwischenräume der Lungenbläschen und Lungenbläschengruppen als rothe Linien hervortreten, welche durchs Aufblasen nicht verschwinden. Dies also ist das erste Stadium der nach Durchschneidung der Vagi eintretenden Lungenerkrankung.

Welches aber ist das diesem folgende? Erwägen wir 1) dass das braunrothe Gewebe *a* (so nennen wir der Kürze halber das mit seröser Flüssigkeit durchtränkte) und nicht das braunrothe mit der weissen Masse infiltrirte, welches wir *b* nennen, sich im Exp. LVIII., also vier Stunden nach Durchschneidung der Vagi, neben dem ersten Stadium fand; 2) dass wir häufig *a* und *b* allein, eben so häufig (wenige Stunden nach Durchschneidung der Vagi) *a* und das erste Stadium allein, nie aber *b* und das erste Stadium ohne *a* gesehen haben; 3) dass, 20 Stunden nach Durchschneidung der Vagi, in den oberen Lappen, wo die Erkrankung beginnt, die weisse Masse sich in grosser Menge findet, während sie in dem braunrothen, luftleeren Gewebe der unteren in geringerer Menge oder gar nicht angetroffen wird, so wird es gewiss, dass *a* diejenige Summe von Erscheinungen ist, welche zunächst auf das erste Stadium folgt.

Demnach ist die Reihenfolge dieselbe, die wir oben bereits angedeutet, nur dass dem Zustande *a* noch ein anderer vorausgeht, den wir als erstes Stadium bezeichnet haben.

Und der Vorgang, welchen die in die Luftwege gelangende Mundflüssigkeit in dem Lungengewebe einleitet, so weit wir ihn bis jetzt kennen, ist folgender:

Es wird 1) die Menge der rothen Theilchen in den Zwischenräumen der Lungenbläschen vermehrt. Mit dieser Vermehrung erfolgt 2) eine Ausschwitzung von seröser Flüssigkeit, und hierauf 3) die Exsudation einer fest werdenden weissen Masse in die Endverästelungen des Bronchialbaums. Indem diese letztere an Menge zunimmt, wird 4) nicht nur die seröse Flüssigkeit, sondern

auch das in den Zwischenräumen der Lungenbläschen befindliche Blut verdrängt.

Derselbe Vorgang findet sich auch bei Hunden nach Durchschneidung der Vagi, wie die folgenden Beobachtungen zeigen.

Exp. LX. Den 6. October Nachmittags 3½ Uhr wurden einem grossen Hunde die Vagi durchschnitten. Er starb den 8. Morgens nach 6 Uhr, hatte also 38 Stunden gelebt. Section Nachmittags 3 Uhr. *a*) Die Trachealschleimhaut reichlich injicirt, eben so die der rechten Bronchialröhren, besonders der zu dem oberen und mittleren Lappen führenden, — weit weniger die Schleimhaut der linken Bronchien. *b*) Viel schaumige und seröse Flüssigkeit in den Luftwegen. *c*) Lungen sehr umfangreich, an der Oberfläche grösstentheils anomal gefärbt. Im linken Lungenflügel nur sehr wenig luftleeres Gewebe. Das lufthaltige ist entweder durchaus gelblich, also ganz normal, oder mit einem hellrothen oder blaurothen Liniennetz versehen. Hier und da blaurothe Flecke, welche nur wenige Gruppen vergrösserter Lungenbläschen enthalten. Dagegen enthält die rechte Lunge grosse Partieen luftleeren, derben, braunrothen Parenchyms mit eingesprengten gelblich-weissen Massen; Schnittfläche eben so gefärbt und auf seitlichen Druck eine grosse Menge dünner Flüssigkeit ergiessend. Das lufthaltige Gewebe dieses Lungenflügels verhält sich eben so wie das des linken, nur dass die Anzahl und der Umfang der blaurothen Flecken grösser ist als in diesem. Im Herzen schwarzes, lockeres, nur wenig weisses Gerinnsel.

Exp. LXI. Den 16. September Nachmittags 5 Uhr werden einem grossen, starken Hunde die Vagi durchschnitten. Vorher machte das Thier, auf den Rücken gebunden, 10 Athemzüge in der Minute. Es verhielt sich während der Operation durchaus ruhig und schrie nur in den Augenblicken, wo ihm die Vagi durchschnitten wurden. Die Athemzahl war, nach Durchschneidung beider, zuerst auf 6, dann auf 4½ in der Minute gesunken (die Zählung geschah, während das Thier noch auf dem Rücken lag). Der Tod trat 63 Stunden nach der Operation ein. Die Schleimhaut der Luftwege bis in die kleinsten Bronchien reichlich injicirt. Viele weisse, schaumige Flüssigkeit in den Luftwegen. Lungen umfänglicher und schwerer als gewöhnlich. Der grösste Theil der Oberfläche anomal gefärbt. Das luftleere Parenchym erscheint *a*) als dunkel braunrothes, wenig resistentes, mit Flüssigkeit infiltrirtes, *b*) als braunrothes, derberes, von dessen chagrinirter Schnittfläche sich auf Druck ebenfalls viel Flüssigkeit ergiesst, und *c*) als graugelbliches.

In der grössten Ausdehnung findet man *b.* und *c.*; *a.*, *b.* und *c.* zusammengenommen, überwiegen das lufthaltige. Im rechten Herzen gelbe, derbe Gerinnsel.

Wir können nach Alledem wohl zuversichtlich behaupten, dass die nach Durchschneidung der Vagi bei Kaninchen und Hunden auftretende Affection eine Lungenentzündung sei.

III. Atelectasis und Lungenentzündung.

Wir nennen dasjenige Lungengewebe atelectatisch, dessen physikalische Eigenschaften mit denen des fötalen übereinstimmen. Diese Eigenschaften sind: *a*) gleichmässig dunkelrothe (an der Oberfläche blau-, auf dem Durchschnitt braunrothe) Färbung, *b*) Luftleerheit, *c*) kleineres Volumen als das einer normalen lufthaltigen Partie, *d*) ein (im Verhältniss zur Hepatisation) hoher Grad von Festigkeit, *e*) vollständige Aufblasbarkeit (die Lunge erhält durch Einblasen von Luft alle die Eigenschaften einer normalen lufthaltigen, auch die Farbe derselben), *f*) man findet nur die Elemente des gesunden Gewebes, also weder Entzündungskugeln, noch Körnchenzellen, noch auch Eiterkörperchen.

Dass solche Lungen bei Individuen, welche bereits geathmet haben, vorkommen, ist eine zuerst von Joerg gemachte Beobachtung.

Die Nachfolger Joerg's aber fanden, dass dieser Zustand nicht bloss bei Neugeborenen, sondern auch bei älteren Kindern angetroffen werde.

Legendre und Bailly *(Archiv. génér. 4. Sér. tom. II. p. 311)* erwähnen 39 Beobachtungen, die sie an Kindern zwischen zwei und fünf Jahren gemacht haben. Wir endlich werden beweisen, dass die Atelectase ein sogar bei Erwachsenen und zwar nicht selten vorkommendes Lungenübel sei.

Ueber die Entstehung desselben hat man zwei Hypothesen aufgestellt. Während die Einen, nach dem Vorgange Joerg's, „den Ursprung der Affection von unvollkommener Inspiration herleiten" (Hasse's patholog. Anatomie p. 335). also der Ansicht sind, dass die Lungen stellenweise in dem fötalen Zustand geblieben seien, behaupten die Anderen (L. und B. l. c.) geradezu, dass die Affection erst nach der Geburt sich entwickele, d. h. dass bereits lufthaltige Lungenabschnitte in den fötalen Zustand zurückkehren können. *La faiblesse générale des enfants, le décubitus dorsal prolongé et*

l'obstruction des bronches par un mucus épais et abondant, sont les causes principales qui, en gênant les fonctions respiratoires, paraissent favoriser le développement de l'état fétal.

Offenbar bleibt die erstere Hypothese so lange die wahrscheinlichere, als überhaupt die Möglichkeit der von L. und B. angenommenen Umbildung nicht bewiesen ist. Aber eben diesen Beweis haben L. und B. nicht geführt.

Exp. LXII. Untersuchungen über den Herzstoss, welche ich im Herbst des Jahres 1844 unternahm, veranlassten mich (um das Herz in normaler Lage von verschiedenen Seiten betrachten zu können) zu häufiger Oeffnung bald der einen, bald der anderen Brusthälfte. Um das Herz bequem, wenigstens den einen Theil desselben, übersehen zu können, wurde die Oeffnung möglichst gross gemacht (meist bis auf ¾ oder 1 Quadratzoll) durch Wegschaffung der Rippen mittelst der Knochenzange. Der Versuch konnte, bei geringem Blutverlust (wenn nämlich die Artt. mammariae nicht verletzt waren), über eine Stunde hinaus ausgedehnt werden. Als bebeständiges Nebenresultat desselben ergab sich eine Veränderung der in der eröffneten Brusthöhle befindlichen Lunge. Diese war *a*) kleiner geworden, als sie es nach der Eröffnung des Thorax post mortem im Verhältniss zur anderen Lunge ist. *b*) Ihre normale, gelbliche oder ins Röthliche spielende Farbe hatte sich in eine gleichmässig braunrothe verwandelt, und das Gewebe war *c*) seines Gehaltes an freiem Gas vollständig verlustig gegangen; denn abgesehen davon, dass es sich wie Fleisch anfühlte, beim Einschneiden nicht knisterte und das über die Schnittfläche fahrende Scalpell sich mit einer Flüssigkeit ohne Luftblasen bedeckte, sanken beliebig grosse Theile, welche beliebigen Stellen entnommen waren, im Wasser sofort zu Boden, und waren nirgends, selbst bei der Untersuchung mit der Lupe, Gruppen lufthaltiger Lungenbläschen zu entdecken. *d*) Durch Einblasen von Luft in den Bronchus dieses Lungenflügels erhielt derselbe nicht nur seinen normalen Umfang, sondern auch seine normale Farbe wieder. Er war, auch nachdem er sich wieder zusammengezogen hatte, weder röther noch kleiner als normal. *e*) Er enthielt nur die Gebilde des gesunden Gewebes, also weder Entzündungskugeln, noch Körnchenzellen, noch auch Eiterkörperchen.

Dauerte der Versuch kürzere Zeit, eine Viertel- oder Halbe-Stunde, so fand sich dieser abnorme Zustand nur stellenweise; man sah verschieden grosse, luftleere, braunrothe Partieen durch gesundes

Parenchym geschieden. Auch diese verschwanden durch Einblasen von Luft in den Bronchus, ohne die geringsten Spuren zurückzulassen.

Durch diesen Versuch, den wir über 20 Mal an Kaninchen und immer mit demselben Erfolg wiederholt haben*), ist der Beweis geliefert, dass eine Umbildung normalen, lufthaltigen Gewebes in fötales allerdings möglich ist.

Dass aber eine solche Umbildung unter gewissen, bald näher zu erörternden Bedingungen auch beim Menschen wirklich vor sich gehe, beweisen die folgenden Thatsachen.

„Der Zustand der Lungen, welchen ich (sagt Louis, *Fièvre typhoïde, tom. I. p. 328. II. édit.)* mit der Mehrzahl der Aerzte, in Ermangelung eines besseren Namens, *Splenisation* oder *Carnification* nenne, war in 19 Fällen (sc. von typhösem Fieber) vorhanden, nur in 7 mit etwas Engouement oder Hepatisation complicirt. Man fand ihn gewöhnlich nur an dem unteren Lappen einer Lunge, bisweilen an beiden zugleich; selten erstreckte er sich auf die oberen Lappen, und niemals befand sich ein ganzer Lappen in diesem Zustande, so dass in der Regel die vorderen Partieen beider Lungen die normale Consistenz und Farbe zeigten.

Die carnificirte oder splenisirte Partie war dunkelroth, mit einem Stich ins Blaue, hatte die Weichheit des normalen Lungengewebes verloren, war schwer und sank gewöhnlich im Wasser zu Boden. Die Schnittflächen bedeckten sich mit einer Schicht einer rothen, dicken, luftblasenleeren Flüssigkeit. Hatte man diese Schicht weggewischt, so konnte man, durch mehr oder weniger starken Druck, eine neue Schicht hervorbringen, und hatte man auf solche Weise das krankhaft veränderte Gewebe, so zu sagen, erschöpft, so entdeckte man, wie früher, weder den normalen Bau der Lungen, noch die körnige Beschaffenheit, welche den zweiten Grad der Lungenentzündung characterisirt; das Parenchym bot nach wie vor eine ziemlich starke rothe Färbung, war resistenter als normal und liess sich nur mit vieler Mühe mit den Fingern durchbohren.

Obwohl es, wie gesagt, unmöglich war, das Gefüge der Lungen zu erkennen, so waren doch ihre Gefässe in einer grossen Anzahl von Fällen unterscheidbar, mehr oder weniger durchgängig *(béants)*: und es war besonders unter diesen Umständen, dass die in das splenisirte Gewebe gemachten Schnitte sich schnell mit einer mehr

*) Wir führen die anderen Experimente deshalb nicht an, weil sie alle vollständig übereinstimmen.

oder weniger dicken Schicht einer rothen und ziemlich dicken Flüssigkeit bedeckten.

Man sieht, fährt Louis fort, durch wie viele wesentliche Punkte diese Erkrankung sich von derjenigen unterscheidet, welche Folge einer acuten Entzündung ist: 1) Sie war beschränkt auf den hinteren, gewöhnlich am tiefsten gelegenen Theil der Lungen, niemals an der Spitze, wo doch die Lungenentzündung ziemlich häufig vorkommt, zu finden. 2) Die Farbe der splenisirten Lunge war sehr verschieden von derjenigen eines angeschoppten oder hepatisirten Theiles. 3) Das Gewebe einer splenisirten Partie hatte immer eine stärkere Cohäsion als das gesunde (so dass ich es nur in einem Falle, wo es noch etwas Luft enthielt, erweicht gefunden habe), während bei der Hepatisation das Gegentheil stattfindet. 4) Die von der Schnittfläche erhaltene Flüssigkeit glich nicht im Geringsten derjenigen angeschoppter oder hepatisirter Lungen. 5) Waren in einem und demselben Lungenflügel splenisirte und hepatisirte Stellen, so waren sie in der Regel mehr oder weniger entfernt von einander, so dass ich nur in einem Falle einige granulirte Stellen innerhalb des splenisirten Gewebes vorfand. 6) War in 2 Fällen, wo der rechte untere Lungenlappen splenisirt war, die Oberfläche desselben hügelig-uneben *(inégale et comme mamelonnée)* in ziemlich regelmässiger Weise, eine Erscheinung, welche ich niemals bei der Lungenentzündung beobachtet habe."

Fassen wir diese Gründe Louis' zusammen, so ergiebt sich aus ihnen nur, dass die splenisirten Lungenpartieen nicht mit seröser Flüssigkeit infiltrirt sind, und dass eine Infiltration derselben mit einer festen Masse zweifelhaft ist. Um zu beweisen, dass weder eine Exsudation überhaupt in dieselben stattgefunden habe, noch eine Ueberfüllung ihrer Capillargefässe mit Blut vorhanden sei, müssen wir die Ober- und Schnittflächen mit der Lupe, die von der Schnittfläche erhaltene Flüssigkeit mit dem zusammengesetzten Mikroskop untersuchen und in die afficirte Partie Luft einblasen. — Indem wir diese Hülfsmittel in den folgenden beiden Fällen anwendeten, sind wir in der That zu dem Ergebniss gelangt, dass die splenisirten oder carnificirten Lungentheile, welche man beim typhösen Fieber findet, sich in nichts von atelectatischen unterscheiden.†)

---

†) Durch die grosse Zahl von eigenen klinischen Beobachtungen, die ich, seitdem Obiges niedergeschrieben wurde, zu machen Gelegenheit hatte, bin ich in Betreff dessen, was Louis unter dem Namen Splenisation oder Carnification beschrieben hat, anderer Meinung geworden. Louis hat unzweifelhaft zwei, wenn auch äusserlich ähnliche, doch ihrem Wesen nach sehr verschiedene Zustände

Die am 21. October vorgenommene Leichenuntersuchung eines 27 Jahre alten, stark abgemagerten Frauenzimmers, welches 17 Tage krank gewesen war, ergab Folgendes:

Hirnhäute nicht injicirt; Hirnsubstanz blutleer, ausnehmend zähe; keine Flüssigkeit in den Hirnhöhlen.

Unterleib. Der Theil des Netzes, welcher dem unteren Theil des Dünndarms angehört und das Peritonäum der Geschlechtstheile reichlich injicirt und mit dünnen Fetzen faserstoffigen Exsudats bedeckt. Milz nur wenig vergrössert, zerreisslicher als normal. Magen, so wie der Dickdarm von Gasen stark ausgedehnt, seine Schleimhaut längs der kleinen Curvatur injicirt, hier und da Ecchymosen von Gries- und Hirsekorngrösse. Im Duodenum die Spitzen der Zotten schwarz gefärbt, so dass die innere Fläche ein schwarzgrau gesprenkeltes Ansehen erhält Die Peyer'schen Drüsen zeigen folgende Zustände. Sie stellen sich *a)* entweder als wenig über die Schleimhaut erhabene, schwarz gesprenkelte, oder *b)* als stärker über das Niveau der Schleimhaut hervorragende, gelblichweisse Partieen dar. Durchschnitte dieser letzteren zeigen, dass die Infiltration auf die Schleimhaut und das submucöse Zellgewebe beschränkt ist. *c)* Rundliche, gelbe, von einem verdickten, gelblichweissen Schleimhautrande eingeschlossene Schorfe, die leicht von der darunter liegenden Muskelhaut abzulösen sind. An mehreren Stellen bleibt etwas von dem submucösen Zellgewebe auf der Muskelhaut zurück. *d)* Rundliche Substanzverluste von der Grösse eines Silbergroschens bis zu der eines Zweigroschenstücks von einem verdickten, gelblich-weissen Rande umgeben, deren Grund

---

zusammengeworfen. Der ausführliche Beweis für diese Behauptung soll in einem besonderen Aufsatze entweder dieses oder das folgenden Bandes geführt werden. Für jetzt nur so viel: dass der eine ungleich häufiger vorkommende Zustand, für den ich die Bezeichnung Splenisation beibehalten möchte, das Ergebniss eines entzündlichen Vorganges, der andere, den wir Carnification nennen können, und der in den beiden hier mitgetheilten Beobachtungen geschildert wird, in der That nichts als eine Atelectase ist Das splenisirte Parenchym enthält, wie die Aufblasungsversuche beweisen, mehr rothe Partikeln als gesundes, ferner in seinen Alveolen eine seröse Flüssigkeit, die, mit Blut vermengt, von den Schnittflächen abfliesst, und zahlreiche Elemente von dem Aussehen der Eiterkörperchen; auch ist das Volumen der splenisirten Theile ungleich grösser als dass der carnificirten. Die Eigenschaften des letzteren dagegen stimmen durchaus mit den im Text angegebenen der Atelectase überein. Die von Louis hervorgehobene regelmässig-hügelige Beschaffenheit der Lungenoberfläche findet sich ebenfalls in Uebereinstimmung mit dem Verhalten der fötalen Lunge des Menschen nur bei der Carnification.

von der blossliegenden Muskelhaut gebildet ist. *e)* Dicht an der Cöcalklappe grössere, aber ebenfalls rundliche Geschwüre mit wulstigen, derben, schwarz pigmentirten Schleimhauträndern. Mitten auf dem Grunde, welcher ebenfalls von der Muskelhaut gebildet ist, Inseln derber, verdickter, pigmentirter Schleimhaut. Auch die zwischen diesen Geschwüren befindliche Schleimhaut ist reichlich schwarz pigmentirt. Im Anfangstheil des Dickdarms hanfkorn- bis zweigroschenstückgrosse, runde Geschwüre, deren Ränder von verdickter und derber Schleimhaut und deren Grund entweder vom submucösen Zellgewebe oder von der Muskelhaut gebildet ist. An dem Uebergang des S roman. in den Mastdarm eine an 3 Zoll lange, über 1 Zoll breite Stelle mit dicht gedrängten, kleinen, ungefähr hanfkorngrossen, mehr länglichen, unregelmässigen Substanzverlusten der Schleimhaut. Die zwischen denselben befindliche Schleimhaut nicht verdickt, noch auch regelwidrig gefärbt, eben so wenig der von dem submucösen Zellgewebe oder der Muskelhaut gebildete Grund. Die Mesenterialdrüsen, welche dem untersten Theil des Dünndarms angehören, grösser als normal, dunkel violettroth. Auf dem Durchschnitt mehrerer zeigen sich in dem violettrothen Grunde weisse Flecke, während andere eine dicke, gelbliche Flüssigkeit enthalten, in deren Mitte ein weisslicher, derber, leicht herauszuhebender Pfropf. Nieren gesund. Die Schleimhaut der Harnblase zeigt eine grosse Menge von Gruppen ecchymotischer Flecke; ihre Consistenz normal. Uterus ebenfalls nichts Ungewöhnliches darbietend.

Im rechten Herzen und in der Aorta derbe, gelbe Faserstoffgerinnsel. Lungen: Die vorderen Partieen anämisch, trocken. Die hintere untere Partie der linken Lunge in grosser Ausdehnung dunkel blauroth, luftleer, sehr resistent. Auch mitten im gesunden Gewebe einzelne oder Gruppen von Lungenläppchen vertieft, dunkel blauroth, luftleer. Beim Einblasen von Luft in den Bronchialstamm dehnen sich zuerst die normalen Stellen, dann die rothen aus, und zwar so vollständig, dass sie das Niveau des gesunden erreichen. Nachdem sie sich wieder zusammengezogen haben, unterscheiden sich die splenirten Partieen in nichts von den angrenzenden gesunden. Auch die äussere und untere Fläche des rechten unteren Lappens sind in grosser Ausdehnung blauroth gefärbt; man sieht auf dem rothen Grunde die zellgewebigen Scheidewände der Lobuli als ein grossmaschiges Netzwerk weisser Linien, aber keine Spur von Luftbläschen. Die Schnittfläche ist braunroth, glatt. Nur auf Druck quillt aus den grossen Gefässen

dunkelrothes Blut und aus den durchschnittenen Bronchien eine dicke, gelbe, zähe Masse. Die von der Schnittfläche, mit Vermeidung der Bronchien, abgeschabte Flüssigkeit zeigt keine fremden mikroskopischen Bestandtheile.

Eine von dieser verschiedene Erkrankung findet sich im hinteren Theil des oberen rechten Lappens. Es zeigen sich auf Durchschnitten desselben luftleere, wenig resistente, gelblichweisse Stellen, aus denen sich, auf Seitendruck, eine dünne, undurchsichtige, weisse Flüssigkeit ergiesst.

Die Bronchien, welche zu den untern Lappen führen, sind sehr reichlich injicirt, die Schleimhaut stellenweise getrübt. Beide Erscheinungen am ausgeprägtesten in den kleineren Bronchien, welche überdies von gelber, dicker Flüssigkeit angefüllt sind.

Am 31. October (einem nebligen, mässig kalten Tage), 24 Stunden post mort., die Section eines grossen, stark gebauten Mannes von 28 Jahren, bei dem vor 2 Monaten Durchfall, seit 6 Wochen Abmagerung, vor 4½ Wochen zum ersten Mal Frostschauer, gestern die Zeichen einer Peritonitis eingetreten waren. Keine Spuren von Fäulniss. Beginnender Decubitus am Os sacrum. Unterleib aufgetrieben. Die Gedärme, sowohl Dünn- als Dickdarm, stark von Gasen ausgedehnt. Das Peritonäum stellenweise geröthet, besonders der Ueberzug des untern Theils des Ilei in seiner ganzen Ausdehnung intensiv, gleichförmig, so dass man weder Striche noch Punkte unterscheiden kann. Höher hinauf ist die Röthung weniger stark, inselförmig, aus zusammengruppirten rothen Strichen und Punkten bestehend, wobei die letzteren an Menge überwiegen. An anderen Stellen, die noch weiter vom untern Theil des Ilei entfernt sind, werden die rothen Punkte spärlicher und besteht die Röthe grösstentheils aus zusammengruppirten feinen Strichen. Der unterste, dem Blinddarm zunächst gelegene Theil des Ilei fast in seiner ganzen Ausdehnung von einer nahezu eine Linie dicken Schicht einer safrangelben Masse überzogen, welche die Consistenz des geronnenen Eiweisses hat; die anderen Partieen sind nur mit spärlichen Fetzen derselben Masse besetzt. In der Beckenhöhle ungefähr ½ Quart einer dicken, schmutzig gelben, undurchsichtigen Flüssigkeit. Innerhalb des Dünndarms eine dicke safrangelbe Flüssigkeit; im Dickdarm eine breiige Masse von derselben Farbe. Auf der Schleimhaut des Dünndarms folgende Zustände:

a) Geschwüre, von zweierlei Art:

α) Hanfkorn- bis erbsengrosse runde, und mandelgrosse ovale, mit ihrem Längendurchmesser in der Queere des Darmes gelegene,

und ein zunächst der Cöcalklappe liegendes, offenbar aus dem Zusammenfliessen mehrer eiförmiger entstandenes von unregelmässigem Umfange, im Ganzen etwa 20, deren unterminirter und dunkel blaurother Rand von der Schleimhaut und deren reiner Grund von der Muskelhaut gebildet ist. Eins derselben, welches ungefähr 1 Fuss von der Cöcalklappe entfernt, gegenüber dem Mesenterium gelegen, von der Grösse ungefähr eines Viergroschenstücks und nicht ganz regelmässig runder Form ist, zeigt auf dem in der Mitte vom Peritonäum gebildeten Grunde eine runde, hanfkorngrosse Oeffnung, welche schon vor dem Aufschneiden des Darmkanals von aussen her bemerkt worden war.

β) Hanfkorngrosse Geschwüre, deren wulstige, gelblichweisse Ränder von der mit einer weissen Masse infiltrirten Schleimhaut und deren unebener Grund von dem auf gleiche Weise angeschoppten submucösen Zellgewebe gebildet ist. Auf einem eben so beschaffenen, silbergroschengrossen Geschwüre sass ein theilweise abgelöster gelber Schorf.

b) Zwischen den Geschwüren fanden sich, in nicht grosser Zahl, wenig über die Schleimhaut erhabene, gelblich-weisse, derbe Flecke von Hanfkorn- bis Silbergroschen-Grösse und theils unregelmässiger Gestalt.

Die obere Hälfte des Dünndarms durchaus gesund. Die meisten Veränderungen fanden sich in der Ausdehnung eines Fusses zunächst der Cöcalklappe. Höher hinauf wurden die Geschwüre der ersteren Art nicht gesehen. Die Gekrösdrüsen, welche dem untersten Theil des Ileum angehören, vergrössert, dunkel blauroth, schlaff. Auf den gleichgefärbten Schnittflächen einige weisse Flecke. Schleimhaut des Magens von gewöhnlicher Consistenz. Milz über die Hälfte grösser als im normalen Zustande. Leber blutleer, schlaff. Galle dünnflüssig.

Lungen: an den Spitzen, die linke ausserdem an ihrem untern Lappen mit der Rippenwand durch straffes Zellgewebe vereinigt. Das Gewebe ist blass, trocken, lufthaltig bis auf die hintersten Partieen der untern Lappen. Diese sind (in grösserer Ausdehnung am linken) dunkel blauroth, hügelig uneben, sehr derb, luftleer, unter dem Niveau der angrenzenden lufthaltigen Theile; beim Einblasen von Luft in den Bronchus des linken untern Lappens dehnen sich zuerst die lufthaltigen, dann die luftleeren Partieen aus; die letzteren erhalten alle Eigenschaften des gesunden Gewebes. Auf den braunrothen, glatten Schnittflächen der nicht aufgeblasenen Theile kommen, auf seitlichen

Druck, zahlreiche, gries- und hanfkorngrosse Tropfen einer dicken, gelben Flüssigkeit zum Vorschein. Dieselbe ist in den Bronchien enthalten. Nirgends eine Spur von einer ins Parenchym selbst infiltrirten Masse.

Wir finden demnach den fötalen oder atelectatischen Zustand der Lungen in der That auch bei Erwachsenen. Dass derselbe aber in diesen Fällen nicht mit auf die Welt gebracht, sondern wirklich erst während des typhösen Fiebers entstanden sei, geht einfach aus den statistischen Angaben Louis' hervor.

Dieser Zustand ist mit dem typhösen Fieber weit häufiger complicirt, als mit anderen Krankheiten. Wäre er aber aus dem Fötusleben zurückgeblieben, so müsste er sich bei allen Krankheiten gleich häufig zeigen. Dazu kommt, dass in der Regel vorher ganz gesunde, kräftige Menschen vom typhösen Fieber befallen werden, während doch die häufig sehr ausgebreitete Splenisation wenigstens Dyspnoë hätte zur Folge haben müssen.

Nachdem wir nun bewiesen haben, dass die Umbildung des gesunden lufthaltigen Gewebes in atelectatisches oder fötales nicht allein möglich sei, sondern selbst beim erwachsenen Menschen stattfinde, so fragen wir: In welchem Verhältniss steht die Atelectase zur Lungenentzündung? Ist dieser Zustand ein Stadium der Lungenentzündung, also ein Zustand, welcher der entzündlichen Anschoppung immer nothwendig vorhergehen muss, so wie die entzündliche Anschoppung der rothen Hepatisation? Oder aber ist die Atelectase nur ein die Entstehung der Entzündung begünstigendes mechanisches Moment?

Dass die Atelectase ein Stadium der Lungenentzündung sei, behaupteten die meisten der Legendre und Bailly vorhergehenden französischen Schriftsteller. Und zwar wurde sie für identisch mit der rothen Hepatisation erklärt (der Mangel einer granulirten Schnittfläche wurde von der Kleinheit der kindlichen Lungenzellen abgeleitet). Diese Behauptung ist neuerlich von L. und B., also bereits zum zweiten Male, und nun hoffentlich für immer widerlegt worden, wenigstens für diejenigen Pathologen, welche zwei Dinge, denen, bis auf ein einziges, lauter verschiedene Merkmale zukommen, für wirklich verschieden halten.*)

*) Wir sprechen hier natürlich nur von demjenigen Zustand, den L. und B. *état fétal simple* nennen. Dieser allein stimmt in allen seinen Eigenschaften mit Joerg's Atelectase, demnach mit dem Lungengewebe des Fötus überein. Was L. und B. unter *état fétal congestionnel* verstehen, hat nur einige Eigenschaften mit der Atelectase gemein, ist also keine Atelectase.

Wir übergehen die von ihnen angeführten Unterschiede um so mehr, als sie bereits von Hasse genügend auseinandergesetzt sind. L. und B. gebührt lediglich das Verdienst, den Zustand auch bei älteren als halbjährigen Kindern nachgewiesen zu haben.

Dass aber die Atelectase auch nichts mit der entzündlichen Anschoppung gemein habe, geht einfach daraus hervor, dass kein flüssiges Exsudat in dem Gewebe vorhanden ist. Es ergiesst sich von der Schnittfläche nur Blut, und zwar an den grösseren Gefässen. Ueberdies weist die mikroskopische Untersuchung den Mangel aussergewöhnlicher Gebilde nach, d. h. solcher, welche in gesunden Lungen nicht vorkommen.*)

Dagegen haben weder Hasse noch auch L. und R. den Umstand genügend hervorgehoben, dass die gleichmässig dunkelrothe Färbung des atelectatischen Parenchyms kein Beweis für die Ueberfüllung seiner Capillargefässe mit Blut sei.

Es giebt zweierlei dunkelrothes luftleeres und aufblasbares Parenchym. Das eine, wie es z. B. nach Durchschneidung der Vagi vorkommt, wird durchs Aufblasen zwar lufthaltig, behält aber, auch nachdem es sich wieder zusammengezogen, eine stark rothe Färbung. Das atelectatische dagegen sieht nach dem Aufblasen wie gesundes aus. Es verhält sich ganz wie fötales, in welches Luft eingetrieben worden. Beide sind nach dem Aufblasen nicht blos lufthaltig geworden, sondern haben durch dasselbe auch diejenige Farbe erhalten, welche dem normalen lufthaltigen Gewebe zukommt. Und doch ist ihnen durchs Aufblasen kein Blutroth entzogen worden. Wir haben nichts gethan, als den Umfang der atelectatischen Lunge vergrössert (sie ist nämlich, auch nachdem sie sich wieder zusammengezogen hat, voluminöser!), d. h. wir haben die färbenden Stoffe auf einen grössern Raum vertheilt und Lufpartikeln dazwischen geschoben. Also besitzt die atelectatische Lunge nicht deshalb eine röthere Farbe als die gesunde, weil sie mehr Blut enthält, sondern weil die Blutkügelchen in derselben näher aneinander liegen und nicht mit Luftbläschen untermengt sind.**)

Enthielte die atelectatische Lunge absolut mehr Blut als die gesunde, so müsste sie, auf dasselbe Volumen welches diese besitzt

*) Wir haben in drei Fällen die mikroskopische Untersuchung des atelectatischen P.'s bei Kindern vorgenommen und nichts als die normalen Elemente gefunden.

**) Wir erinnern an den weissen Schaum gefärbter Flüssigkeiten (z. B. des Bieres).

gebracht, offenbar röther sein als die gesunde (wie dies bei dem ersten und zweiten Stadium der nach Durchschneidung der Vagi erscheinenden Lungenerkrankung der Fall ist).

Hiernach also ist die Behauptung, dass die Atelectase eines der Stadien des Entzündungsprocesses sei, ohne allen Grund — und es kann sich nur noch fragen, ob die Entstehung des Entzündungsprocesses durch den Zustand der Atelectase begünstigt wird. Aber auch das ist nicht bewiesen.

Wir haben mittelst eines zwischen zwei Rippen befestigten Röhrchens die Pleurahöhle 24 und 48 Stunden offen gehalten, ohne dass das atelectatische Gewebe die geringste Veränderung erlitten hätte. Die Lunge war auch dann noch vollständig aufzublasen und erhielt auch dann noch durchs Aufblasen alle ihre normalen Eigenschaften wieder. Dasselbe Resultat haben wir in dem folgenden Falle erhalten, wo das Thier 4 Tage lang mit offener Pleurahöhle lebte.

Exp. LXIII. Den 24. November 44. Einem grossen, weissen Kaninchen war den 19. Nachmittags eine penetrirende Wunde in der vorderen Wand der rechten Brust gemacht und in dieselbe ein Röhrchen so eingelegt worden, dass es in die Höhle hinein- und die Oberfläche der Brust überragte. Man überzeugte sich täglich von dem freien Verkehr zwischen atmosphärischer Luft und Thoraxhöhle. Das Thier starb gestern, am 23. gegen Abend, hatte also über vier Tage gelebt. Die Section heut Morgen. Das Lumen des Röhrchens war nicht geschlossen. Die rechte Lunge dunkelroth, derb, die Pleura derselben von einer dünnen Faserstoffschicht überzogen, welche am mittlern Lappen am dicksten und gelb ist. Der Umfang der Lunge kleiner als normal. Sie bekommt aber durchs Aufblasen alle Eigenschaften einer normalen. Nirgends innerhalb des Gewebes aussergewöhnliche mikroskopische Gebilde zu finden. Das Herz von einer ½ Linien dicken, nach der Spitze, welche frei ist, sich verdünnenden, gelblichen, ziemlich derben Pseudomembran überzogen.

In diesem Falle waren sogar Brustfell und Herzbeutel entzündet, während die atelectatische Lunge keine Spur von Exsudation zeigte. Und nach Durchschneidung der Vagi finden wir häufig schon nach 6 Stunden (nach 20 Stunden sogar eine umfängliche) Infiltration, während hier nach vier Tagen noch keine zu finden war.*)

*) „Am 22. Juli“, erzählt Hr. Mn. p. 39, „eröffnete ich einem Kaninchen die rechte Pleurahöhle. Da es sich nach einigen Tagen ganz munter zeigte, so wiederholte ich die Eröffnung. Nach einigen Tagen tödtete ich das Thier. Die

Ferner geht aus den von Louis mitgetheilten Fällen, womit die beiden von uns angeführten übereinstimmen, hervor, dass die mit dem typhösen Fieber einhergehende Atelectase sich immer an den hintern untern Theilen findet, seltener auch an den hintern obern. Offenbar verbreitet sich also der atelectatische Zustand beim typhösen Fieber von unten nach oben. Wäre nun die Atelectase ein günstiger Umstand für die Entstehung der Lungenentzündung, so müsste diese, wenn sie zur Atelectase hinzutritt, am häufigsten in den hintern untern Theilen erscheinen, d. h. es müssten gerade diese am häufigsten mit den exsudirten flüssigen oder festen Stoffen infiltrirt sein. Aber gerade das Umgekehrte ist der Fall. „Zeigten sich, sagt Louis an dem angeführten Orte, in einem und demselben Lungenflügel splenisirte und hepatisirte Partieen, so waren sie in der Regel mehr oder weniger entfernt von einander, so dass ich nur in einem Falle einige granulirte Stellen innerhalb des splenisirten Gewebes vorfand.“ D. h. mit andern Worten, während die untern Partieen splenisirt waren, fand man in der Regel die obern infiltrirt. Damit übereinstimmend war denn auch in einem der von uns angeführten Fälle die hintere Partie des untern Lappens atelectatisch und die hintere des obern Lappens mit einer weissen Masse infiltrirt.

Fragen wir nun nach den Bedingungen, unter welchen, und nach den Ursachen, durch welche das lufthaltige Lungengewebe in den fötalen Zustand übergeführt wird, so lässt sich vor der Hand nur auf die erste Frage und auch auf diese nur unvollständig antworten.

L. und B. haben die Atelectase am häufigsten bei Kindern, welche eine Anhäufung von Schleim in den Bronchien darboten, beobachtet. In den beiden von uns angeführten Typhusfällen war ebenfalls eine grosse Menge einer gelben, dicken Flüssigkeit in den Bronchien vorhanden. Dass aber auch die von Louis beobachte-

Pleura war nicht verändert, einen Theil der Lunge aber fand ich im Zustand der rothen, nicht mehr aufzublasenden Verdichtung.“ Da sich mir aber nach einfacher vorsichtiger Eröffnung und bald darauf erfolgter Verschliessung der Pleurahöhle (ein Exp., das ich 6mal wiederholt habe) niemals eine Erkrankung des Lungengewebes dargeboten, andererseits aber beim Offenbleiben der Pleurahöhle, selbst durch mehrere Tage, niemals eine nicht mehr aufzublasende rothe Verdichtung gezeigt hat, so schliesse ich, dass Hr. Mn. in seinem Exp. die betreffende Lunge angestochen und dadurch einen von dem uns interessirenden verschiedenen Zustand herbeigeführt hat.

ten sich so verhielten, ist, in Betracht der Häufigkeit des Bronchialkatarrhs beim typhösen Fieber, mehr als wahrscheinlich. Bedenken wir nun, dass in Folge der luftdichten Verschliessung eines Bronchialrohrs der diesem angehörige Theil des Lungengewebes in den fötalen Zustand übergeht (siehe oben), so gelangen wir zu dem Schluss, dass es auch in den eben angeführten Fällen der die Bronchien verschliessende Schleim sei, welcher die Atelectase herbeigeführt.

Aber die Atelectase kommt nach L. und B. auch, obwohl viel seltener, bei Kindern vor, welche keinen Schleim in den Bronchien haben!

Und in den Fällen, wo die Atelectase in Folge der Eröffnung der Brusthöhle auftritt, findet ebenfalls keine Verschliessung der Bronchien statt!

Wir stehen hier, wie man sieht, an der Grenze eines Gebietes, das nur durch genaue klinische und pathologisch-anatomische Beobachtungen im Verein mit systematisch angestellten Versuchen für die Wissenschaft zu erobern ist.

IV. Schlussfolgerungen.

Wir beschliessen unsere Untersuchungen mit einer übersichtlichen Zusammenstellung der gewonnenen Haupt- und Nebenresultate. Wir haben bewiesen:

1) dass die nach Durchschneidung der Vagi erscheinende Lungenerkrankung weder von der Lähmung der zu den Lungen gehenden Nervenfasern noch auch von der Verengerung der Stimmritze bedingt sei, sondern
2) von den in den Mund abgesonderten Flüssigkeiten, welche durch die ihrer Schliessungsfähigkeit beraubte Stimmritze in die Luftwege gelangen;
3) dass blosse Verengerung der Luftwege, selbst hohen Grades, nicht im Stande sei, eine Lungenerkrankung herbeizuführen, sondern
4) nur die luftdichte Verschliessung derselben; dass aber
5) die durch Verschliessung der Bronchialröhren herbeigeführte Lungenkrankheit nichts mit der Lungenentzündung gemein habe, also

6) auch nichts mit der nach Durchschneidung der Vagi auftretenden Erkrankung, welche eine Lungenentzündung ist;
7) dass die nach Verschliessung der Bronchialröhren in dem ihnen zugehörigen Lungengewebe entstandene Krankheit dieselbe sei, welche bei andauernder Communication der Pleurahöhle mit der atmosphärischen Luft in dem entsprechenden Lungenflügel beobachtet wird, und
8) beide identisch seien mit demjenigen Zustande, welchen Joerg zuerst bei Neugeborenen beobachtet und Atelectasis genannt hat; dass also
9) eine Umbildung lufthaltigen Lungengewebes in fötales möglich sei, und
10) dass, da die Splenisation des Lungengewebes beim typhösen Fieber bisweilen nichts als eine Atelectase ist, diese Umbildung selbst beim erwachsenen Menschen stattfinde;
11) dass die Atelectase oder der fötale Zustand der Lunge nicht nur nicht ein Stadium der Entzündung sei, sondern auch, ohne den Hinzutritt neuer Bedingungen, nicht in den Zustand der entzündlichen Anschoppung übergehe;
12) dass die Schliessung der Stimmritze beim Schlingen bedingt sei durch die Zusammenziehung nicht der Schlund-, sondern der Kehlkopfsmuskeln;
13) dass die Verminderung der Anzahl der Athemzüge nach Durchschneidung der Vagi nicht abhänge von der Verengerung der Stimmritze;
14) dass die Verengerung der Stimmritze nach Durchschneidung der Vagi nicht grösser sei als die nach Durchschneidung der Laryngei inferiores;
15) dass die Schliessung der Stimmritze beim Einathmen nach Durchschneidung der Vagi bei Hunden nicht immer und bei (erwachsenen) Kaninchen gar nicht vorkomme;
16) dass die Gerinnsel, welche man 24 Stunden nach Durchschneidung der Vagi im Herzen und in den grossen Gefässen findet, nicht während des Lebens gebildet, sondern eine Leichenerscheinung seien;
17) dass ein ungewöhnlich grosser Umfang der Lungen nach Eröffnung der Brust bedingt sein könne durch die Anwesenheit von Flüssigkeit in den Luftwegen;
18) dass nach Durchschneidung der Vagi kein Zurücktreten von Speisen aus dem Magen in die Speiseröhre stattfinde.

II.

Entgegnung auf die Einwürfe gegen meine Theorie über die Ursachen der nach Durchschneidung der Nn. vagi eintretenden Lungenaffection.†)

In einem der Zeitschrift Archiv für physiologische Heilkunde etc. von W. Griesinger (6. Jahrgang, 7. und 8. Heft) einverleibten Aufsatze: „über die Ursache der Lungenveränderung nach Durchschneidung der pneumogastrischen Nerven" bestreitet Herr Schiff aus Frankfurt a. M. die Richtigkeit der von mir über denselben Punkt aufgestellten Theorie, nach welcher jene Lungenveränderung hervorgerufen wird von der durch die schliessungsunfähig gewordene Stimmritze zum Lungenparenchym gelangende Mundflüssigkeit (siehe: Meine Beiträge zur experimentellen Pathologie etc. 1. Heft).

Damit der geehrte Leser die zur Beurtheilung dieser Angelegenheit nöthige Uebersicht gewinne, bin ich genöthigt, zunächst den Gang, den die Beweisführung in meiner Abhandlung genommen hat, wenn auch nur mit wenigen Worten, darzulegen.

Die Lungenaffection nach Durchschneidung der Nn. vagi kann entweder eine unmittelbare Folge der Lähmung der zu den Lungen gehenden Vagusbündel oder erst mittelbar von einer derjenigen Veränderungen bedingt sein, welche ausserdem in Folge der Vagidurchschneidung gesetzt werden, d. h. durch die Verengerung der Stimmritze oder durch die Bewegungslosigkeit der Stimmbänder, oder durch die wegen Schliessungsunfähigkeit der

†) Aus dem „Archiv für physiologische Heilkunde", 7. Jahrgang, 1848, p. 454.

Stimmritze in den Respirationsapparat gelangende Mundflüssigkeit. Eine fünfte mögliche Ursache ist nicht denkbar. Hieraus folgt, dass man eine jener vier möglichen Ursachen schon dadurch zur Wirklichkeit erhebt, wenn man die anderen als unmöglich darthut. Dieser Theil des Beweises ist so zu sagen der negative.

Ich habe demnach

1) die Frage zu beantworten gesucht, ob die Lähmung der zu den Lungen gehenden Vagusbündel die genannte Lungenaffection zu erzeugen vermag.

Durch Isolirung des Respirations- vom Digestionsapparat mittelst eines später zu beschreibenden Instruments werden alle jene möglichen Ursachen ausser Thätigkeit gesetzt mit Ausnahme der Lähmung der zu den Lungen gehenden Vagusbündel.

Das Resultat war: dass trotz der fortdauernden Lähmung dieser Bündel keine der Veränderungen in den Lungen erschien, welche man nach einfacher Durchschneidung beider Nn. vagi in grosser Ausdehnung beobachtet.

2) und 3) Aber auch von der Verengerung der Stimmritze und der Bewegungslosigkeit ihrer Schenkel kann die Lungenaffection nicht herbeigeführt sein; denn sie tritt nicht ein, wenn nach Durchschneidung der Nn. vagi auch der Oesophagus durchschnitten wird, d. h. nach einer Operation, welche weder die Verengerung der Stimmritze noch die Bewegungslosigkeit der Stimmritzenschenkel aufzuheben im Stande ist.

Offenbar also ist es die in Folge der Schliessungsunfähigkeit der Stimmritze in den Respirationsapparat gelangende Mundflüssigkeit, welche durch die Berührung mit dem Lungenparenchym die Affection zur Folge hat.

Die Richtigkeit dieser Folgerung lässt sich auch positiv beweisen.

Der Beweis zerfällt in zwei Theile oder vielmehr in die Beantwortung folgender zwei Fragen:

a) Gelangt wirklich nach Durchschneidung der Nn. vagi Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat, resp. zum Lungenparenchym?

b) Hat die Einwirkung dieser Flüssigkeit auf das Lungenparenchym auch wirklich eine Affection zur Folge, die identisch ist mit derjenigen, welche nach Durchschneidung der Nn. vagi erscheint?

Beides ist bis zur vollständigsten Evidenz erwiesen; denn:

a) Nach Durchschneidung der Nn. vagi findet sich in den Bronchien und im Lungenparenchym beständig eine grosse Menge

jener grossen Epithelialplatten, welche der Mundflüssigkeit beigemengt sind und welche unter normalen Verhältnissen nie im Respirationsapparat vorkommen, also muss auch die Flüssigkeit, der sie beigemengt sind, hineingelangt sein.

b) Die Einspritzung von Mundflüssigkeit durch die Trachea in den Respirationsapparat hat eine Lungenaffection zur Folge, welche durchaus identisch ist mit derjenigen, welche nach Durchschneidung der Nn. vagi erscheint.

Also:

da es erwiesen ist, dass nach Durchschneidung der Nn. vagi Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat gelangt;

da es ferner erwiesen ist, dass diese Mundflüssigkeit nothwendig eine Lungenaffection zur Folge hat, welche identisch ist mit derjenigen, die nach Durchschneidung der Nn. vagi erscheint;

da es drittens erwiesen ist, dass keine von den anderen nach Durchschneidung der Vagi gesetzten Bedingungen (1, 2 und 3) eine Lungenaffection zu erzeugen vermag:

so kann die Lungenaffection, welche wir nach Durschschneidung der Nn. vagi antreffen, einzig und allein nur von der mit dem Parenchym in Berührung kommenden Mundflüssigkeit verursacht sein.

Herr Schiff nun leugnet, auf eigene Versuche gestützt:

I. dass nach Durchschneidung der Nn. vagi am Halse und gleichzeitiger Isolation des Respirations- vom Digestionsapparat die Lungenaffection ausbleibe;

II. ebenso das Ausbleiben derselben nach Durchschneidung der Nn. vagi und des Oesophagus am Halse;

III. die Schliessungsunfähigkeit der Stimmritze nach Durchschneidung der Nn. vagi bei Hunden (bei denen nichtsdestoweniger die Lungenentzündung ebenfalls eintrete:);

IV. die Beweiskraft des Versuchs mit Einspritzung von Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat gesunder Kaninchen.

Ich werde diese vier Punkte in dem Folgenden der Reihe nach beantworten.

ad I. habe ich zu bemerken:

Wollte Herr Schiff das von mir angegebene Resultat erhalten, so musste er sich natürlich auch der von mir angewandten Experimentirmethode bedienen. Erst nach Anwendung dieser Methode oder nachdem er bewiesen hatte, dass die von ihm angebrachten Modificationen für den Endzweck gleichgültig seien,

durfte Schiff sein „Bedauern“ darüber aussprechen, „dass er sich in absolutem, unvermitteltem Widerspruche mit mir befinde.“ Denn von einem solchen Widerspruch kann eben nur dann ernstlich die Rede sein, wenn die Bedingungen, unter denen das widersprechende Resultat erhalten wurde, erwiesen gleiche waren. Dass Herr Schiff diesen Nachweis nicht einmal zu liefern gesucht und trotzdem von einem absoluten Widerspruch geredet hat, ist ein arger Verstoss gegen das übliche Verfahren in den experimentellen Wissenschaften, von dem sich bekanntlich nur die Therapeuten, augenscheinlich zum Nachtheil ihrer Disciplin, bis jetzt befreit hielten.

Offenbar hat Herr Schiff nicht bedacht, dass von vornherein jeder Forscher auf denselben Grad von Glaubwürdigkeit Anspruch machen kann. Sonst würde er schon aus Rücksicht für die von ihm aufgestellte Theorie den hier obwaltenden Widerspruch zu lösen gesucht haben. Denn diese Theorie kann unmöglich als richtig angenommen werden, so lange ihr Thatsachen, wie die meinigen, schnurstracks entgegenstehen.

Aber Herr Schiff hätte dem Publikum überhaupt eine neue Theorie und mir die Wiederaufnahme alter inmitten neuer Untersuchungen erspart, wenn er sich streng an das von mir vorgeschriebene Verfahren gehalten hätte. Einen Beweis dafür geben die folgenden Versuche, die ich vor sachverständigen Augenzeugen nach der bereits in meiner Abhandlung angegebenen Methode angestellt habe. Zuvor jedoch werde ich, aus Besorgniss vor neuen Missverständnissen, das dabei beobachtete Verfahren noch genauer auseinandersetzen als früher, und eine Abbildung des dabei gebrauchten Messinginstruments hinzufügen.

An dem auf dem Rücken liegenden, an den vier Füssen in dieser Lage befestigten Thiere wird zuerst ein Hautschnitt von dem Kehlkopf bis ans Brustbein gemacht und hierauf das häufig mit Fett reichlich versehene Unterhautzellgewebe abpräparirt, so dass die auf der Trachea liegende dünne Muskelschicht und die vorderen Ränder der Sternomastoidei blossliegen. Um zu den Vagi zu gelangen, präparire ich jederseits den vorderen Rand des Sternomastoid. mit vorsichtigen Messerzügen von der auf der Trachea liegenden Muskelschicht ab, bis die Carotis zu Tage liegt. Der zu durchschneidende Nerv wird am bequemsten und sichersten mittelst einer Hohlsonde von der ihn einhüllenden Bindegewebsscheide befreit. Nach Durchschneidung beider Vagi schreitet man zur Spaltung der vor der Trachea liegenden Muskelschicht. Diese Operation

ist gewöhnlich mit, wenn auch geringer, Blutung verbunden, da die Muskelschicht von einem grösseren Gefässe durchzogen wird, das meist die Mittellinie kreuzt. — An der blosgelegten Trachea bemerkt man dicht unter dem Kehlkopf die beiden äusserst dünnen, aber gefässreichen Lappen der Schilddrüse, deren Verletzung eine ziemlich starke Blutung herbeiführt, die man hier jedoch um so eher vermeiden kann, als man die Trachea an einer tiefer gelegenen Stelle durchschneidet. Zu beiden Seiten der Trachea verlaufen dicht neben den Laryngei inferiores zwei sehr starke Venen, deren Durchschneidung immer eine sehr beträchtliche Blutung zur Folge hat. Sie können geschont werden, indem man sie sammt den Laryngei inferiores von der Trachea vor deren Durchschneidung abpräparirt. Doch hüte man sich, sie hierbei mit der Pincette selbst zu fassen, da sie wegen ihrer Dünnwandigkeit leicht einreissen. Hat man sie in der Länge etwa eines Zolles unterhalb der Schilddrüse abgelöst, so durchschneidet man die an einem Nervenhaken emporgeschobene Trachea, indem man das eine Scheerenblatt zwischen die hintere Trachealwand und die genannten Venen einschiebt. Die Durchschneidung geschieht oberhalb der Stelle, in welcher sich der Nervenhaken befindet, so dass man nun mittelst desselben das untere Segment der Trachea senkrecht in die Höhe halten und hierdurch den Eintritt von Blut in die Mündung dieses Segments vermeiden kann. Indem man den in der linken Hand befindlichen Nervenhaken anzieht und dadurch das Trachealsegment von den hinter ihm liegenden Theilen sanft abzuziehen sucht, werden mit dem von der rechten Hand geführten Scalpell sanfte Schnitte längs der hinteren Trachealwand gemacht, so, als ob man in diese Wand einschneiden wollte. Auf diese Weise kann man das untere Segment der Trachea, unter nur unbedeutendem Blutverlust und ohne dass Blutflüssigkeit in den Respirationsapparat tritt, von den anliegenden Theilen bis in die Nähe des Thorax ablösen. — Ist diese Operation beendet, so übernimmt der den Kopf des Thieres festhaltende Gehülfe den Nervenhaken, während der Operirende zwei lange Fäden, beide in der Richtung von vorn nach hinten (nach der Wirbelsäule hin) queer durch die Trachea und zwar unterhalb des Nervenhakens, an einer Stelle, welche etwa sechs Linien über dem obersten Ende des Brustbeins liegt, zieht. Die Durchtrittsstellen der Fäden müssen möglichst weit von einander entfernt sein. Hierauf wird der Nervenhaken herausgezogen und von der Trachea (sc. dem unteren Segment), während sie an den vier Enden der beiden Fäden emporgehalten wird, so viel ab-

getragen, dass ihr oberes Ende die Durchtrittsstellen der Fäden nur um etwa eine Linie überragt. Erst jetzt schreitet man zur Anlegung des nebenbei (in natürlicher Grösse) abgebildeten Instruments. Fig. *A* zeigt dasselbe von der Seite; Fig. *B* von vorn. *a* ist das untere, *b* das obere, mit der Schutzplatte versehene Ende. Ueber

Fig. *A*.

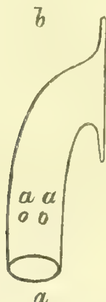


Fig. *B*.



dem unteren Ende *a* befinden sich jederseits zwei kleine Oeffnungen *aa* (alle vier Oeffnungen in gleicher Entfernung von dem unteren Ende des Instruments). Durch diese Oeffnungen werden die Enden der eben erwähnten Fäden hindurchgeführt, doch so, dass sie sich weder vor der Mündung der Trachea, noch unter einander kreuzen. Ist dies geschehen, so lässt man das Instrument an den vier Fadenenden herab und über das obere Ende der Trachea (sc. ihres unteren Segments) hinweggleiten, bis die kleinen Oeffnungen *aa* sich im Niveau der Durchtrittsstelle der Fäden durch die Trachea befinden, also eine Linie unterhalb der Trachealmündung. Hierauf knüpft man die beiden Enden je eines Fadens dicht am Instrument zusammen, so dass dasselbe sich längs der Trachea nicht verschieben kann, und führt den Rest eines jeden Doppelfadens um den Hals des Thieres, auf dessen Rückenseite beide verbunden werden, so dass auch die seitliche Verschiebung des Instruments erschwert wird. — Hat man nicht früher schon, etwa nach erfolgter Ablösung des unteren Trachealsegments von den anliegenden Theilen, das obere, mit dem Larynx verbundene tamponirt, so geschieht es jetzt mittelst eines Pfropfens aus Baumwolle. — Schliesslich werden die beiden Enden der Schutzplatte des Instruments mit Fäden versehen, welche ebenfalls auf dem Rücken des Thieres verbunden werden, und die Hautwunde am Halse so weit vereinigt, dass von dem Instrument nur seine Schutzplatte zu sehen ist. Hierbei sind aber noch einige Vorsichtsmassregeln zu erwähnen. Legt sich eine Hautfalte des Unterkiefers so

über die Schutzplatte, dass die Mündung derselben beeinträchtigt werden könnte (was nur dann geschieht, wenn das untere Ende des Instruments zu hoch angelegt worden), so muss zwischen die obere Hälfte der Schutzplatte und den Hals des Thieres eine dicke Papierschicht gezogen werden, für deren gehörige Befestigung natürlich noch ausserdem Sorge zu tragen ist. Ferner müssen die Haare in der Umgegend der Schutzplatte ganz kurz abgeschoren werden. Endlich thut man gut, bevor man das Thier sich selbst überlässt, unter augenblicklicher Verschliessung der Mündung des Instruments, über den Hals hinwegzublasen, damit alle lose aufliegenden Haare entfernt werden. — Die so operirten Thiere werden in einen Kasten mit durchbrochenem Boden gestellt, durch dessen Oeffnungen die Ausleerungen des Thieres einen Abzug finden. Nur so wird eine Verunreinigung der Halstheile vollkommen vermieden. Die Masse des angeführten Instrumentes sind folgende:

Länge dus gekrümmten, vollkommen cylindrischen Röhrchens	$1\frac{1}{4}$	rhein.	Zoll.
Umfang desselben	1	„	„
Der lange Durchmesser der ovalen Schutzplatte	$1\frac{1}{3}$	„	„
Der kurze Durchmesser	$\frac{3}{4}$	„	„

Die folgenden Versuche wurden in dem Leichenhause der hiesigen Charité angestellt. Die operirten Thiere blieben daselbst bis zum folgenden Tage, wo die Autopsie vorgenommen wurde. Ich wählte diese Räumlichkeit, deren Benutzung ich der Güte des Herrn Dr. Virchow verdanke, absichtlich, damit die der Autopsie Beiwohnenden sich auch von der Identität der vor ihren Augen geöffneten Thiere mit den 24 Stunden vorher operirten überzeugt halten konnten.

Es wurden des Vergleichs halber gleichzeitig drei Operationen vorgenommen; das erste Mal am 20. November 1847 zwischen 10 und 11 Uhr Vormittags. Alle drei Thiere (Kaninchen) waren vollkommen ausgewachsen und kräftig. Dem einen wurden die Nn. vagi am Halse durchschnitten; bei dem zweiten, nach Durchschneidung der Nn. vagi, die Trachea auf die angegebene Art vom Digestions-Apparat isolirt; bei dem dritten sowohl die Vagi als der Oesophagus durchschnitten. Von dem letzteren wird später die Rede sein.

Die Autopsie wurde am folgenden Tage um $11\frac{1}{2}$ Uhr, also mehr als 24 Stunden nach der Operation, vorgenommen. Man tödtete die Thiere durch Eröffnung der Thoraxhöhlen (Anstechung der beiden Zwerchfellshälften von dem geöffneten Unterleibe aus)

und überzeugte sich, bevor an die Untersuchung der Lungen gegangen wurde, von der vollständigen Trennung der Vagi am Halse. Zugegen waren die Herren Leubuscher, Reinhardt, Rühle und Virchow.

Die Lungen des Thieres, bei dem man die Vagi durchschnitten und die Trachea isolirt hatte, befanden sich in vollkommen normalem Zustande, während die Lungen des Thieres, dem einfach die Vagi durchschnitten waren, sich in grossem Umfange verändert zeigten (über ein Drittheil des Parenchyms luftleer, dunkelroth, theils mit seröser Flüssigkeit theils mit einer weisslichen festen Masse infiltrirt, ausserdem bedeutende Volumsvergrösserung der Lungen und Flüssigkeit in den Bronchien und fibrino-seröses Exsudat in den Pleuren).

Der zweite Versuch mit Isolirung des Respirations- vom Digestionsapparate wurde den 27. November, ebenfalls in der Charité, unternommen, unter ganz denselben Bedingungen und mit ganz demselben Erfolge. Bei der Leichenöffnung des am folgenden Tage, 24 Stunden nach der Operation, getödteten Thieres waren gleichfalls die eben genannten Augenzeugen zugegen.

An diese beiden Versuche reiht sich ein dritter, den ich in Gemeinschaft mit Herrn Dr. Rühle am 10. November anstellte. Das Verfahren war auch hier das eben beschriebene, uur dass ich mich, statt des Messinginstruments, eines kleinen Gummifläschchens bediente, in dessen Hals das untere Trachealsegment befestigt wurde (vergl. die erste Abhandlung). Das Thier wurde den 11ten um 9½ Uhr Morgens, 23 Stunden nach der Operation, ebenfalls durch Anstechung der Thoraxhöhlen, getödtet. Auch in diesem Falle waren die Lungen vollständig gesund.

Demnach liegen gegenwärtig (die in meiner Abhandlung hinzugerechnet) acht Versuche vor, in denen, ohne Ausnahme, die Lungen keine derjenigen Veränderungen zeigten, welche man nach einfacher Durchschneidung der Vagi beständig schon nach 20 Stunden, also früher beobachtet. Und dennoch waren in allen acht Fällen, wie man sich nachträglich überzeugt hatte, die Vagi am Halse vollständig durchschnitten, also auch die zu den Lungen gehenden Zweige derselben vollständig gelähmt. Es kann hiernach nichts besser bewiesen sein, als dass die Lungenaffection nach Durchschneidung der Vagi am Halse keine neuroparalytische sei.

Wenn Herr Schiff mit seiner Methode zu einem anderen Resultate gelangt ist, so folgt, wie auf der Hand liegt, hieraus nicht, dass jener Schluss oder vielmehr die ihm zu Grunde liegen-

den Thatsachen (aus denen er mit Nothwendigkeit hervorgeht) falsch seien — denn das ist ein für alle Mal unmöglich —, sondern dass die von Herrn Schiff angewandte Methode unzweckmässig war, d. h. dass entweder die Isolirung des Respirations- vom Digestionsapparat durch sie nicht vollkommen erreicht wurde, oder aber mit ihr Bedingungen gegeben waren, welche für sich Hyperämie eines Theiles des Lungenparenchyms mit seröser Exsudation in dasselbe zu erzeugen vermögen. Dies nun näher zu untersuchen, müssen wir nothwendig Hrn. Schiff überlassen.*)

ad II. Herr Schiff, sagte ich, läugnet auch die (durch sechs ausführlich mitgetheilte und übereinstimmende Versuche erhärtete) Thatsache, dass die Lungenentzündung nach Durchschneidung der Nn. vagi ausbleibt, wenn gleichzeitig der Oesophagus am Halse durchschnitten wurde. Herr Schiff wagt dies, gestützt auf vier Versuche, bezüglich deren wohl erwähnt ist, dass er Vagi und Oesophagus durchschnitten habe, nicht aber, ob auch der Abfluss der Mundflüssigkeit aus dem oberen Segment des Oesophagus gehörig von Statten gehen konnte. Und doch ist, wie aus dem Verlauf meiner Abhandlung zur Genüge erhellt, gerade dieser letztere Umstand von der grössten Wichtigkeit, die Durchschneidung des Oesophagus aber nur eines von den Mitteln, eben diesen Zweck zu erreichen. Wer sieht nicht, dass man den Oesophagus wohl durchschnitten haben kann, ohne der Mundflüssigkeit überhaupt einen

---

*) Bezüglich der von Herrn Schiff beanspruchten Identität unserer Methoden ist namentlich die folgende Stelle lehrreich. Herr Schiff nämlich sagt (p. 713): „Die Zeit, welche die Thiere die Operation überleben, ist sehr unbestimmt. Manche sterben schon nach drei bis vier, andere nach zwanzig bis siebenundzwanzig Stunden, die meisten leben etwa zwölf bis sechzehn. Jüngere Thiere, bei denen der Schleimerguss in den Bronchien reichlicher ist, sterben meistens früh, ältere später.“ — Woher kommt es, frage ich, dass in meinen Versuchen keines vor dreiundzwanzig Stunden starb und eines sogar sechsunddreissig Stunden nach der Operation lebte? — Ist denn dieser bedeutende Unterschied in der Lebensdauer der von uns angewandten Thiere Herrn Schiff überhaupt gar nicht aufgefallen? — Oder sollte Herr Schiff wirklich grösstentheils nur junge Thiere zu dieser Operation benutzt haben? — Doch dies ist offenbar unwahrscheinlich, da Herr Schiff trotz der passenden Gelegenheit kein Wort davon sagt. Wenn aber auch nur ein kleiner Theil der von Herrn Schiff operirten dreissig Kaninchen aus erwachsenen bestand — und dies müssen wir laut obigen Angaben jedenfalls annehmen —, so bliebe doch wenigstens die Thatsache auffallend genug, dass selbst unter diesen Thieren keines länger als 27 Stunden lebte, während unter den von uns operirten und sich selbst überlassenen 4 Kaninchen sich eines fand, das erst 36 Stunden nach der Operation starb.

Abzug zu gewähren? — Zum Beispiel, wenn die Trennung dicht unterhalb des Pharynx geschah! — Oder sollte Herr Schiff in der Meinung, dass es einzig und allein auf die Durchschneidung des Oesophagus ankomme, gar noch überdies die Halswunde geschlossen haben? -- Schon die Möglichkeit solcher Vermuthungen ist hinreichend, auch diesen Versuchen des Herrn Schiff alle Beweiskraft zu rauben, ganz abgesehen davon, dass auch hier ein positives Resultat, wie das unsrige, durch Experimente mit entgegengesetztem Erfolge gar nicht umzustossen ist.

Nichtsdestoweniger haben wir es selbst hier noch der Mühe werth gehalten, die Zahl der von uns bereits mitgetheilten Versuche durch einige neue, ebenfalls vor sachverständigen Augenzeugen angestellte zu vermehren. Auch diesen wollen wir, aus Besorgniss vor neuen Missverständnissen, eine mehr wie früher ins Einzelne gehende Beschreibung unseres Verfahrens vorausschicken.

Die hier befolgte Methode stimmt mit der für das erste Experiment angegebenen bis zu dem Augenblick überein, wo die Trachea blosgelegt ist. Die längs der Laryngei inferiores verlaufenden Venen bleiben hier unberührt. Man geht rechts von der Trachea zwischen ihr und der rechten Hälfte der auf ihr liegenden dünnen Muskelschicht in die Tiefe, wobei man alsbald auf den hinter der Trachea liegenden Oesophagus stösst. Man ergreift denselben mit dem Daumen und Zeigefinger der linken Hand, isolirt ihn vorsichtig mittelst der Hohlsonde von den benachbarten Theilen und durchschneidet ihn am unteren Drittheil des Halses. Hierauf leitet man das untere Ende des oberen Segments so nach aussen, dass es zwischen die Trachea und die oben erwähnte Muskelschicht zu liegen kommt, jedoch muss es die vordere Fläche der Trachea um eine bis anderthalb Linien überragen, so dass die Mündung, aus der die Mundflüssigkeit abfliessen soll, ganz frei liegt. Dass die Halswunde nicht geschlossen wird, versteht sich nach dem oben Gesagten von selbst. Wartet man hierauf ein Paar Minuten mit dem Losbinden des Thieres, so kann man bald eine schleimige, Luftblasen einschliessende Flüssigkeit aus der Oeffnung des oberen Oesophagussegments hervortreten sehen. Man kann dies beschleunigen, indem man mit dem Daumen, diejenige Gegend des Halses nach innen drückt, hinter welcher sich der Pharynx befindet; bei jedem solchen kräftigen Druck entsteht eine Schluckbewegung, durch welche eine Quantität Mundflüssigkeit in den Oe-

sophagus getrieben wird. Noch dringender als bei dem vorigen Versuche ist hier die Vorsichtsmassregel zu empfehlen, dass das Thier sich auf einer, mit zahlreichen Oeffnungen versehenen Unterlage befinde; denn da Kaninchen unter solchen Umständen ihre eigenen Faeces zu verzehren keinen Anstand nehmen, so könnte es leicht kommen, dass ein aus Fäcalmasse bestehender solider Pfropf in das obere Oesophagussegment gelangt und den Abfluss der Mundflüssigkeit hindert. Aus demselben Grunde darf, wie sich von selbst versteht, kein Futter in dem Behältniss sein.

Der erste dieser Versuche (zu welchen gleichfalls nur Kaninchen dienten) ist unter Assistenz des Herrn Rühle am 11. November 1847 angestellt worden. Das Thier wurde gerade 24 Stunden später nach Eröffnung der Thoraxhöhlen getödtet. An diesen reiht sich der oben erwähnte vom 20. November und ein dritter vom 27. November. Auch diese beiden Thiere wurden 24 Stunden nach der Operation, ebenfalls durch Eröffnung der Thoraxhöhlen, getödtet und die Autopsie in Gegenwart der Herren Leubuscher, Reinhardt, Ruehle und Virchow vorgenommen.

In allen drei Fällen fand sich eine Quantität schaumigen Schleims auf der Halswunde; und in allen dreien waren die Lungen vollkommen gesund. Und doch hatte auch hier, wie die Autopsie zeigte, vollkommene Trennung der Nn. vagi am Halse stattgefunden, demnach auch eine Lähmung der zu den Lungen gehenden Vaguszweige. Ein zweiter Beweis also, dass die Lungenaffection nach Durchschneidung der Nn. vagi am Halse keine neuroparalytische sei, aber ein Beweis auch dafür, dass diese Lungenaffection weder von der Stimmritzenverengerung noch von der Bewegungslosigkeit der Stimmritzenschenkel beim Athmen abhängt, denn beide Umstände waren in den angeführten Versuchen nothwendig vorhanden, da alle unterhalb der Durchschneidungsstelle abgehenden Vaguszweige, also auch die Laryngei inferiores, gelähmt waren.

ad I. und II. Rechnen wir nun alle bisher von uns gemachten Versuche zusammen, bei denen, trotz der mindestens 22 Stunden dauernden Lähmung der zu den Lungen gehenden Vagusbündel, ohne Ausnahme keine Lungenaffection*) eintrat, wenn nur der Eintritt von Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat verhindert war:

*) D. h. keine derjenigen Veränderungen, welche das Parenchym nach einfacher Durchschneidung der Nn. vagi (mitten am Halse) erleidet.

a) Die Versuche mit Durchschneidung der Vagi und Isolirung des Respirations- vom Digestionsapparat 8

b) Die in unserer Abhandlung mitgetheilten 3

c) Die Versuche mit Durchschneidung der Vagi und des Oesophagus, wo die Mundflüssigkeit frei abfliessen konnte 9

so liegen gegenwärtig im Ganzen zwanzig Versuche vor, die übereinstimmend zu dem Schlusse führen, dass die Lähmung der zu den Lungen gehenden Vagusbündel überhaupt nicht im Stande sei, eine Lungenaffection herbeizuführen,

Dies Resultat beruht lediglich auf der Voraussetzung, dass bei allen Thieren (resp. Kaninchen), denen die Vagi durchschnitten sind, schon nach 20 Stunden sich die in meiner Abhandlung beschriebenen Structurveränderungen zeigen — eine Voraussetzung, deren Richtigkeit durch mehr als dreissig Versuche mit einfacher Durchschneidung der Vagi bewiesen ist und deren Richtigkeit auch von Herrn Schiff nirgends bestritten wird.

Welcher Art nun sind, diesen gegenüber, die Voraussetzungen die dem entgegengesetzten Resultat des Herrn Schiff zum Grunde liegen? —

Geben wir ihm auch für einen Augenblick zu, dass in den sub I. angeführten Versuchen die Isolation des Respirations- vom Digestionsapparat vollkommen gelungen war, so hatte Hr. Schiff, wie gesagt, immer noch erst zu beweisen, dass durch seine Methode keine solche Bedingungen gesetzt worden seien, welche für sich selbst eine Lungenaffection zu erzeugen vermögen. Allerdings giebt Herr Schiff zu, diese Methode bei drei Kaninchen erprobt zu haben, ohne dass danach eine Lungenaffection eingetreten wäre! — Aber in welcher Weise ist dies geschehen? — „In den ersten Stunden nach der Operation“, sagt Herr Schiff (p. 711), „waren die Thiere vollkommen munter, nach 9 Stunden fand ich sie noch lebend, aber nach 17 Stunden waren sie alle todt.“ Hiernach steht nur so viel fest, dass die Thiere neun Stunden gelebt hatten — offenbar ein für die uns hier interessirende Frage viel zu kurzer Zeitraum. Freilich hat Herr Schiff bei mehreren Thieren schon drei Stunden nach Durchschneidung der Vagi, bei Anwendung derselben Isolationsmethode, eine Lungenaffection gefunden. Aber dies waren, wie Hr. Schiff selbst sagt, junge Thiere, und bei diesen könnte die Isolationsmethode des Herrn Schiff schon viel früher als nach 9 Stunden eine Lungenaffection herbeiführen, wäh-

rend sie bei älteren erst später (als 9 Stunden) denselben Erfolg haben konnte. Sollte also das mitgetheilte Probeexperiment des Herrn Schiff nur einigermassen stichhaltig sein, so musste offenbar wenigstens das Alter der angewandten Thiere angegeben werden, was eben Herr Schiff unterlassen hat.

Also weder die Voraussetzung, dass die Isolationsmethode des Herrn Schiff vollkommen isolirt habe,*) noch die andere, dass die von ihm angewandte Methode keine Lungenaffection zu erzeugen vermöge, ist irgendwo als richtig erwiesen. Und ganz eben so steht es, wie wir gesehen haben, mit der dritten Voraussetzung, dass bei den Thieren mit durchschnittenen Vagi und Oesophagus die Mundflüssigkeit einen freien Abfluss gehabt habe. Auch hier fehlt der Beweis, dass dies wirklich der Fall gewesen sei.

Alle diese auf der Hand liegenden Bedenken hatte Hr. Schiff erst zu beseitigen, ehe ihm zugegeben werden konnte, dass das von ihm erhaltene Resultat denselben Werth habe, wie das unsrige, dem nur eine, überdies durch zahlreiche Versuche als richtig erwiesene Voraussetzung zum Grunde liegt.

ad III. Herr Schiff sieht ferner als einen Beweis gegen die Richtigkeit unserer Theorie die zuerst von Longet aufgestellte Behauptung an, dass die Stimmritze von Hunden, denen die Vagi durchschnitten sind, dessenungeachtet fortfahre, sich beim Schlingen zu schliessen. Wäre diese Behauptung richtig, so müsste die Lungenentzündung, welche sich nach Durchschneidung der Vagi bei Hunden einstellt, allerdings durch ein anderes Moment, als das von uns angegebene, verursacht sein. Unsere Theorie behielte dann nur für Kaninchen ihre Richtigkeit, und Herr Schiff würde mit Recht wenigstens ihre Allgemeingültigkeit leugnen können. Aber, fragen wir, wodurch ist denn die Behauptung Longet's erwiesen? — Zugegeben, dass die mir damals unbekannte Methode Longet's, die Stimmritze nach Durchschneidung der Vagi von unten her zu beobachten, für den fraglichen Gegenstand besser als die meinige geeignet sei; zugegeben ferner, dass der unverletzte Pharynx bei seiner Zusammenziehung im Stande sei, die Stimmritzenschenkel zu nähern: wie kann Herr Schiff wohl behaupten, sich auf solche Weise von der Schliessungsfähigkeit der

*) Die Thiere konnten die Mundöffnung an das freistehende Ende der Federpose bringen! — was bei Anwendung des von mir benutzten Instruments nicht möglich ist.

Stimmritze überzeugt zu haben? — Herr Schiff hat offenbar auch hier nicht recht bedacht, um was es sich eigentlich handle; dass es nämlich vor Allem darauf ankomme, zu zeigen, dass die Stimmritze der Hunde, nach Durchschneidung der Vagi, beim Schlingen wirklich, d. h. wasserdicht geschlossen werde, wie im normalen Zustande. Dies lässt sich nicht, am allerwenigsten auf die von Herrn Schiff angegebene Weise, unmittelbar sehen, sondern hätte daraus erschlossen werden können, dass im Schlunde des Thieres befindliche Flüssigkeit beim Schlingen nicht in die Trachea gelangte. Ein solches Experiment hat aber Herr Schiff gar nicht angestellt. Und so wäre denn auch sein dritter Einwurf als nichtig aufgewiesen. Doch sehen wir selbst, welches Resultat der von Herrn Schiff geforderte Versuch ergiebt:

Den 27. November 1847. Ein junger, kräftiger, aber nicht grosser Hund wurde auf den Rücken gelegt und in dieser Lage so befestigt, dass der Rumpf mit den ausgestreckten Unterextremitäten einen Winkel von etwa 110° bildete. Hierauf Einspritzung einer geringen Menge Tinct. thebaic. in die linke Schenkelvene, worauf sehr bald einige heftige, mit Geschrei verbundene Bewegungen und dann ein soporöser Zustand folgte. Die hierauf blossgelegte Trachea wird, nach vorsichtiger Ablösung von den Nn. laryngei inferiores und den zu beiden Seiten nach abwärts verlaufenden grossen Venen, dicht unterhalb des Larynx durchschnitten, dann das untere Segment so befestigt, dass das Thier bequem athmen konnte und die Gefahr des Eintritts von Blut in dasselbe vermieden wurde, endlich durch das obere Segment ein Faden gezogen, mittelst dessen man es hervorziehen und von den darunter liegenden Theilen abziehen konnte. Bis hierher kaum bemerkenswerthe Blutung. Man konnte bequem die respiratorischen und Schluckbewegungen der Stimmritzenschenkel beobachten. — So oft nun Wasser oder Dinte in den Mund eingespritzt wurde, erfolgten (aber nicht immer sofort auf die Einspritzung) Schluckbewegungen, bei welchen die Stimmritze geschlossen wurde und keine Flüssigkeit in die Luftröhre gelangte. — Hierauf Durchschneidung der Vagi, ebenfalls ohne Blutverlust. Auch jetzt beobachtete man bei den Schluckbewegungen scheinbare Schliessung der Stimmritze, d. h. Annäherung ihrer Schenkel bis zur Berührung; hingegen drang bei jeder Schluckbewegung ein Strom von Dinte in das obere Trachealsegment. Dass dies letztere vor jeder neuen Einspritzung gereinigt wurde, versteht sich von selbst.

Der zweite Versuch wurde am folgenden Tage, den 28. No-

vember, an einem sehr grossen und starken Wolfshunde mit ganz demselben Erfolge wiederholt.*)

Aus diesen beiden Versuchen geht, wie Jeder zugeben muss, hervor, dass nach Durchschneidung der Vagi bei Hunden zwar die Stimmritzenschenkel bei jeder Schluckbewegung einander bis zur Berührung genähert werden, dass aber diese Annäherung nichts weniger als eine wasserdichte Verschliessung (wie im normalen Zustande) zur Folge hat, dass also auch bei Hunden, nach Durchschneidung der Vagi, die Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat gelangen muss.

ad IV. Endlich bestreitet Herr Schiff die Beweisfähigkeit meines Versuchs mit Einspritzung der Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat von Kaninchen. Herr Schiff zweifelt nämlich, „ob die Flüssigkeit, welche in einer während 24 Stunden an dem durchschnittenen Oesophagus festgebundenen Gummiflasche sich ansammelt, wirklich identisch sei mit der, welche sich bei unverletztem Oesophagus im Schlunde eines Kaninchens befindet, dem die Vagi zerstört worden sind.“ — Es sei vielmehr wahrscheinlich, „dass die Reizung der Schleimhaut in Folge des Schnittes sowohl, als des Druckes durch Anheftung der Flasche zur Absonderung einer vermehrten und qualitativ veränderten eitrig-schleimigen Flüssigkeit Anlass gebe, die sich dem von weiter oben herabfliessenden Pharynxsecrete beigemischt findet, so dass wir die Flüssigkeit nicht rein, sondern gerade durch ein pathologisches Secret verunreinigt erhalten.“ — „Und wer kann zweifeln“, ruft endlich Herr Schiff aus, „dass eine solche eitrige Materie, in die Trachea eingespritzt, Blutstockung und Exsudation erzeuge.“

Hierauf antworte ich:

a) dass ich nicht die Gummiflasche an dem durchschnittenen Oesophagus festgebunden, wie Herr Schiff behauptet, sondern, wie p. 125 meiner Abhandlung ausdrücklich zu lesen ist, „das obere Segment des durchschnittenen Oesophagus in dem Halse der Gummiflasche befestigt“ hatte. — Diese letztere war an dem Halse des Thieres festgebunden worden, so, dass das obere Segment des Oesophagus in sie hineinragte, und, um dieses in seiner Lage zu erhalten, hatte ich quer durch den Hals der Gummiflasche und den

---

*) Derselbe Versuch wurde im Monat December in einer Vorlesung auch an einem Kaninchen mit gleichem Erfolge ausgeführt.†)

†) Diese Versuche geben nebenbei einen directen Beweis dafür, dass der Kehldeckel nicht die Function haben kann, während des Schlingactes den Respirations-Apparat abzuschliessen.

Oesophagus einen dünnen Faden gezogen, dessen beide Enden an der äusseren Fläche der Gummiflasche zusammengeknüpft wurden. Von einem Entzündung erzeugenden Druck auf den Oesophagus kann bei diesem Verfahren also augenscheinlich nicht die Rede sein.

b) Ferner zeigte, wie ebenfalls und ausführlich in meiner Abhandlung zu lesen ist, die in der Gummiflasche aufgefangene Flüssigkeit keine derjenigen physikalischen Eigenschaften, welche eine „eitrige" Flüssigkeit oder, wie sich Herr Schiff ausdrückt, Materie darbietet. Freilich gesteht Herr Schiff selbst zu, diese Versuche nicht wiederholt zu haben; dann war es ihm aber auch nicht gestattet, die von mir ausführlich beschriebene Flüssigkeit willkürlich eine „eitrige Materie" zu nennen und auf diese eitrige Materie hin einen Einwurf zu machen.

c) Gesetzt aber auch, dass diese Flüssigkeit Spuren entzündlichen Exsudats (Eiterkörperchen und Eiterserum) enthielt — und Spuren konnten es laut meiner Beschreibung nur sein — wer hat es bis jetzt bewiesen, dass der Eiter überhaupt, geschweige denn in solcher Verdünnung, Entzündung, insbesondere Lungenentzündung zu erzeugen vermöge? — Herr Schiff zwar behauptet, „aus früheren Experimenten an Kaninchen und Hunden zu wissen, dass fast alle Injectionen fremder Massen in die Bronchien eine Lungenentzündung erzeugen"*), vergisst aber, dabei zu bemerken, ob unter diese „fremde Massen" eitrige gehören. Wir selbst haben von organischen Substanzen bis jetzt nur Olivenöl und Auflösungen von Gummi arabicum in die Bronchien gespritzt, doch niemals eine der nach Durchschneidung der Vagi gleiche Lungenerkrankung danach beobachtet.

Also auch diese Einwürfe des Herrn Schiff gegen die Beweisfähigkeit des Versuchs mit Einspritzung von Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat von Kaninchen sind, wie man sieht, nicht besser begründet als die übrigen. Um aber auch sie positiv zu widerlegen, habe ich die folgenden Versuche angestellt.

Exp. 1. Den 25. November, Vormittags um 9½ Uhr, wurden

---

*) Herr Schiff bemerkt auch an derselben Stelle: „dass die durch Einspritzung fremder Stoffe erzeugte Lungenentzündung, wenn sie die Oberfläche der Lungen mitbetrifft, constant eine entzündliche Affection der Pleura hervorrufe, während als Folge der Vagusdurchschneidung Pleuritis nie aufzutreten pflegt." Was indessen auch von diesem Ausspruche zu halten sei, wird der geehrte Leser sofort einsehen, wenn er Exp. XXVII., XXXVII. und LI. meiner Abhandlung vergleicht und sich des in diesem Aufsatze mitgetheilten Versuchs mit einfacher Durchschneidung der Vagi erinnert.

einem grossen, kräftigen Kaninchen nach Blosslegung der Trachea die Laryngei inferiores durchschnitten (resp. beiderseits ein Stück ausgeschnitten) und darauf der Oesophagus mitten am Halse unterbunden. Das Thier starb nach 22 Stunden. Man fand bei der Leichenöffnung: in der Trachea eine ins Röthliche spielende, schaumige Flüssigkeit in grosser Menge. Lungen bedeutend umfänglicher, als normal; links die obere Hälfte, rechts das obere Drittheil durchgängig erkrankt. Es sind folgende Veränderungen des Parenchyms neben einander zu beobachten: a) lufthaltiges, stark hyperämisches Parenchym, das eine schaumige Flüssigkeit enthält; b) gleichmässig dunkelrothes, derbes, luftleeres, mit seröser Flüssigkeit; c) eben so beschaffenes, mit einer weissen Masse infiltrirtes. Das luftleere rothe Parenchym hat stellenweise eine dunkelkirschrothe Färbung. Die unteren (hinteren) Partieen beider Lungenflügel sind rosenroth, ziemlich trocken und zeigen Gruppen erweiterter Lungenbläschen.

Exp. 2. Dieselben Operationen an einem ebenfalls erwachsenen und kräftigen Kaninchen den 27. November. Das Thier wurde 24 Stunden später durch Eröffnung der Thoraxhöhlen getödtet. Die drei oberen Lappen der rechten und der obere der linken Lunge fast durchaus luftleer, hart, gleichmässig braunroth gefärbt. Schnittfläche glatt, keine Flüssigkeit ergiessend, stellenweise ins Graue spielend, ausserdem auch isolirte weisse Stellen (kaum stecknadelknopfgross) zeigend. Die beiden unteren Lappen sehr voluminös, lufthaltig, rosenroth, eine grosse Menge schaumiger Flüssigkeit enthaltend. — Auch dieses Experiment wurde in der Charité angestellt und die Leichenöffnung in Gegenwart der oben genannten Herren gemacht.

Endlich habe ich noch, behufs einer vergleichenden mikroskopischen Untersuchung, das folgende Doppelexperiment angestellt. Die mikroskopische Untersuchung wurde gemeinschaftlich mit Herrn Reinhardt unternommen.

Exp. 3. Den 16. December 1847, Nachmittags zwischen 3½ und 4 Uhr, wurden zweien grossen und kräftigen Kaninchen, dem einen die Nn. vagi (an der gewöhnlichen Stelle des Halses), dem anderen die Nn. laryngei inferiores durchschnitten, dem letzteren überdies der Oesophagus am Halse unterbunden. Das mit durchschnittenen Vagis starb nach 17 Stunden, das mit durchschnittenen Laryngeis inferior. wurde nach 24 Stunden getödtet. Bei dem letzteren war über ein Drittheil der abnorm voluminösen Lungen in krankhaftem Zustande. Dunkelrothes, luftleeres, mit seröser Flüssigkeit infiltrirtes

Parenchym; innerhalb desselben: auf dem Durchschnitte stellenweise graurothes, fein granulirtes, trockenes; ausserdem dicht unter der Pleura zwei bis drei gelbliche, luftleere Stellen von geringerer Consistenz. Die mikroskopische Untersuchung der mit fester Masse infiltrirten Particen wies die Anwesenheit von amorphem Faserstoffexsudat nach, innerhalb desselben eine grosse Menge junger Kerne und nebenan zahlreiche junge Zellen (wie sie Dr. Reinhardt als das erste Stadium der Eiterzellen beschrieben hat) und Eiterkörperchen; endlich zahlreiche, grosse Epithelialplatten, wie sie in der Mundflüssigkeit gesehen werden. Ganz dasselbe Resultat ergab die mikroskopische Untersuchung der Lungen des Thieres, dem man die Vagi durchschnitten hatte. Nur waren die Lungen des letzteren in grösserer Ausdehnung erkrankt. — Uebrigens waren auch in diesen beiden Fällen die oberen (vorderen) Partieen in der grössten Ausdehnung und am intensivsten erkrankt.

Nach diesen Versuchen wird wohl Niemand einen Augenblick daran zweifeln, dass die mit dem Lungenparenchym in Berührung kommende Mundflüssigkeit eine Lungenaffection zu erzeugen vermag, und dass diese Lungenaffection durchaus identisch sei mit derjengen, welche nach Durchschneidung der Nn. vagi auftritt. In beiden Fällen ausgebreitete Hyperämie, in beiden faserstoffiges, amorphes Exsudat, welches junge Kern- und Zellenbildungen einschliesst; in beiden endlich, was ebenfalls von Wichtigkeit, Concentration der Veränderungen auf die oberen (vorderen) Partieen (d. h. bei Kaninchen).

Somit wären denn alle von Herrn Schiff gegen die Richtigkeit meiner Theorie (über die Ursachen der Lungenaffection nach Durchschneidung der Vagi) bis jetzt erhobenen Einwürfe als nichtig aufgewiesen.*) Dass ich demnach keine Veranlassung habe, die

*) Was nach dem Gesagten von dem Einwurf, dass nach Durchschneidung der Laryngei inferiores bei Hunden keine Lungenaffection erscheint, zu halten sei, leuchtet von selbst ein. Ich habe nirgends in meiner Abhandlung behauptet, dass die Schliessungsunfähigkeit der Stimmritze nothwendig den Eintritt von Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat zur Folge habe. Weshalb hätte ich denn sonst überhaupt erst den Beweis zu liefern gesucht, dass nach Durchschneidung der Vagi wirklich Mundflüssigkeit in den Respirationsapparat gelange? — Jener Einwurf könnte also nur Gültigkeit gewinnen durch den Nachweis, dass: nach Durchschneidung der Laryngei inferiores nicht nur die Stimmritze schliessungsunfähig geworden, sondern auch wirklich Mundflüssigkeit durch dieselbe in den Respirationsapparat gelange. Dieses Letztere aber hat bis jetzt weder Herr Schiff noch ein Anderer bewiesen.

von Herrn Schiff über denselben Punkt aufgestellte Hypothese noch einer besonderen Kritik zu unterwerfen, versteht sich von selbst. Für den Kundigen genügt übrigens die eine Bemerkung, dass Herr Schiff, um diese Hypothese wahrscheinlich zu machen, einige neue Hypothesen über die Funktionen der Ganglien aufzustellen genöthigt war.†)

---

†) Die Antwort des Herrn Schiff auf diese Antikritik findet man in dem 9. Jahrgang des Archivs für physiologische Heilkunde (Stuttgart 1850) p. 625—662.

Anhang

zu den vorstehenden zwei Abhandlungen.

Nach den Bemerkungen, die Prof. Schiff in seinem Lehrbuch der Physiologie (Lahr 1858—59) S. 410—11 bei Gelegenheit der Besprechung des N. vagus macht, betrachte ich den zwischen uns geführten Streit als vollkommen und zu meinen Gunsten erledigt.

Seiner Meinung nach entstehen in Folge der Durchschneidung der Nn. vagi am Halse zweierlei Lungenaffectionen. Die eine ist „eine neuroparalytische Hyperämie, die andere aber, die bei Hunden und Füchsen stets fehlt, eine wahre lobuläre Entzündung, die allerdings vom Eindringen der Mundflüssigkeit herrührt, und die auch bei Kaninchen vermieden werden kann, wenn man den Respirationsapparat von der Mundhöhle dadurch abschliesst, dass man nach der Tracheotomie entweder die Luftröhre oberhalb der Oeffnung unterbindet, oder eine Kanüle in sie einsetzt, die ihr Lumen vollständig ausfüllt."

Zu diesem Satze bemerke ich:

1) Bei Kaninchen tritt nach Durchschneidung der Nn. vagi eine Lungenkrankheit auf, die, wie ich zuerst ausreichend bewiesen habe†), nichts Anderes als eine Bronchopneumonie ist, und die, wie ich ebenfalls zuerst gezeigt habe, mit einer doppelseitigen Pleuritis verbunden sein kann.††)

---

†) und wovon sich erst neulich wieder an einem ihnen von mir vorgelegten Präparate die Herren Prof. Virchow und Dr. v. Recklingshausen überzeugt haben.

††) Die Existenz einer doppelseitigen Pleuritis neben der Lungenaffection ist begreiflich ebenfalls ein wichtiger Beleg für die entzündliche Natur dieser letzteren, die später auf ganz nichtige Gründe hin und ohne Rücksicht auf meine Versuche über Atelectase von Arnsperger bezweifelt wurde.

2) Diese Krankheit wird, wie ich ferner zuerst gezeigt habe, von der Mundflüssigkeit erzeugt, welche durch die ihrer Schliessungsfähigkeit beraubte Stimmritze in das Innere des Athmungsapparats gelangt.
3) Diese Krankheit erscheint, wie der erste beste Versuch lehrt, auch bei Hunden, ein übrigens nichts weniger als unerwartetes Ergebniss, da, wie zuerst von mir gemachte und kurz vorher mitgetheilte Versuche zeigen, die Stimmritze auch dieser Thiere nach Durchschneidung der Nn. vagi ihre Schliessungsfähigkeit einbüsst.
4) Ob die bei Kaninchen nach Durchschneidung der Nn. vagi und gleichzeitiger Isolirung des Athmungsapparats bisweilen beobachtete Röthung der Lungen der anatomische Ausdruck einer „neuroparalytischen Hyperaemie“ sei, erscheint mir auch jetzt bei vollkommen ruhiger Ueberlegung als mehr denn zweifelhaft. Sollte diese Frage aber einst im Sinne Schiff's erledigt werden, so würde ich erst durch die von mir angegebenen Methoden eine gesonderte Darstellung der neuroparalytischen Lungen-Hyperaemie und somit die Erkenntniss derselben möglich gemacht haben.
5) Die nach Durchschneidung der Nn. laryngei inferiores auftretende Lungenaffection, die Mendelssohn zuerst gesehen und beschrieben hat, ist nicht geradezu identisch mit der nach Durchschneidung der Nn. vagi entstehenden Bronchopneumonie.

Nach Durchschneidung der Vagi ist nicht nur die Stimmritze schliessungsunfähig, sondern auch der Oesophagus gelähmt. Dadurch gelangt fast Alles, was an Mundflüssigkeit abgesondert und an Speisen aufgenommen wird, in den Athmungsapparat. Es entsteht eine sehr verbreitete und acute Bronchopneumonie, die mit einer doppelseitigen Pleuritis verbunden sein kann. Nach Durchschneidung der Laryngei inferiores ist die Stimmritze zwar ebenfalls nicht schlussfähig, aber der Oesophagus noch im Stande, die ihm obliegenden Functionen zu verrichten. Dadurch kommen, vielleicht nur (wie Bernard und Schiff vermuthen) wenn die Thiere im Fressen gestört werden, jedenfalls aber auf ein Mal immer nur kleine Mengen von Speise und Mundflüssigkeit in den Athmungsapparat. Es entsteht deshalb eine langsam sich entwickelnde und langsam sich ausbreitende Lungenentzündung, deren Producte eine eigen-

thümliche, die sogenannte käsige Metamorphose eingehen†). — Den Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht liefert der ebenfalls zum ersten Male von mir gemachte Versuch, dem zufolge auch nach Durchschneidung der Laryngei inferiores eine ausgebreitete und acute, mit der Vagus-Pneumonie vollkommen identische Lungenaffection entsteht wenn bald nach Durchschneidung der Laryngei inferiores auch noch der Oesophagus unterbunden wurde. — Das aber sowohl in dem letzteren, wie in dem Falle von Durchschneidung beider Vagi, nicht die aufgenommenen Speisen, sondern die in den Mund abgesonderten Flüssigkeiten den wesentlichsten Antheil an der sich entwickelnden Lungenentzündung haben, beweisen die Versuche, in denen durch eine von mir angegebene besondere Befestigungsweise der operirten Thiere die Aufnahme irgendwelcher Speisen verhindert war, und trotzdem die Lungenentzündung in gewöhnlicher Form zu Stande kam.

---

†) Es scheint, als ob die Entzündungs-Producte beim Kaninchen überhaupt eine Neigung zur käsigen Metamorphose haben. — Sollten Untersuchungen in dieser Richtung nicht wichtige ätiologische Aufschlüsse über die in vieler Beziehung noch so räthselhafte tuberkulöse oder, wie man sie jetzt nennt, käsige Pneumonie des Menschen liefern? —

III.

Beitrag zur Lehre von den Erstickungs- (dyspnoëtischen) Erscheinungen †).

Die mannigfachen krankhaften Veränderungen, welche der Athmungsapparat erfahrungsgemäss erleiden kann, haben, in ihrer Beziehung zum Chemismus des Athmens, ohne Ausnahme das gemein, dass durch sie ein Hinderniss für die Wechselwirkung zwischen atmospärischer Luft und Blut gesetzt wird.

Mag die Athmungsfläche verkleinert sein durch Infiltration des Lungengewebes mit festen oder tropfbar flüssigen Substanzen, oder durch Compression desselben, sei es in Folge der Vergrösserung benachbarter Organe, sei es seitens einer zwischen Lungen- und Rippenpleura abgelagerten, tropfbaren oder elastischen Flüssigkeit, oder durch Atelectase eines Lungentheils; oder mag die Lichtung der Ausführungskanäle verengert sein, sei es durch Exsudation flüssig bleibender oder fest werdender Stoffe in dieselben, sei es durch Texturveränderung ihrer Wände: immer ist ein Umstand gegeben, welcher, bei sonst normalen Verhältnissen, verhindert, dass die Blutmasse innerhalb einer bestimmten Zeit mit der gewohnten Menge athmosphärischer Luft in Berührung kommt. Auch das vesiculäre Lungenemphysem muss, trotz der anscheinenden Vergrösserung der Athmungsfläche, dieselbe Wirkung haben, da einmal durch die Vereinigung einer Anzahl Lungenbläschen zu grösseren lufthaltigen Räumen die Anzahl der capillaren Blutströme verringert, anderentheils die Entfernung der ausgeschiedenen Gase durch die verminderte Elasticität des Gewebes behindert wird.

---

†) Auch mit diesem Aufsatze, der dem im Jahre 1847 erschienenen zweiten Heft meiner Beiträge entnommen ist, habe ich verschiedene, aber überall nur solche Veränderungen vorgenommen, welche sich auf die Form beziehen.

Daher die beiden für die Pathologie der Athmungsorgane so wichtigen Fragen:

1) welches sind die durch ein Athemhinderniss gesetzten Veränderungen des Blutes? und
2) welches die Functionsstörungen, die in Folge der auf solche Weise veränderten Blutmischung auftreten?

Die folgende Abhandlung beschäftigt sich ausschliesslich mit der zweiten Frage, ohne auch diese vollständig beantworten zu wollen.

Die Versuche sind ausschliesslich an Kaninchen angestellt.

---

1) Vom natürlichen Inspirations-Typus des Kaninchens.

Dass die physiologischen Athmungserscheinungen des Kaninchens sich wesentlich von denen des Hundes unterscheiden, wusste schon Haller.

Cuniculi omnino thorace in respiratione non utuntur. Etiam torti quiescunt. solo septo transverso inspirationem eamque non magnam moliuntur, qua imus costarum spuriarum margo introrsum trahitur. Canes costas elevant. (De respiratione experimenta anatomic. Gotting. 1747. Pars II. p. 33.)

Damit übereinstimmend haben auch Beau und Maissiat, die neuesten Schriftsteller über diesen Gegenstand *(Recherches sur le mécanisme des mouvements respiratoires. Arch. génér. Décemb. 1842)*, die Rippen bei Kaninchen nur dann sich bewegen sehen, wenn die eine Brusthälfte geöffnet wurde. Dagegen scheinen sie die von Haller angegebene Einziehung des untersten Randes der falschen Rippen nicht beobachtet zu haben. Wenigstens behaupten sie, dass der Abdominaltypus des Kaninchens von dem gleichnamigen beim Menschen sich nur dadurch unterscheide, dass die Erweiterung des Unterleibes bei Kaninchen hauptsächlich an den Seitentheilen hervortritt, während sie beim Menschen in der Mitte erscheint. Beim Abdominaltypus des Menschen aber ist eben jene Einziehung nur unter anomalen Bedingungen wahrzunehmen, was auch B. und M. ausdrücklich bemerken.

Ob noch andere Angaben über den regelmässigen Athmungsmechanismus des Kaninchens vorhanden sind, wissen wir nicht. Unsere eigenen Versuche ergeben ein von den genannten beiden nur wenig abweichendes Resultat.

Hatten wir bei auf den Rücken gebundenen und in dieser Lage mittelst ihrer Beine befestigten Kaninchen nur die Rippen blossgelegt, ohne die Brusthöhle zu öffnen oder ein anderweitiges Athemhinderniss anzubringen, so beobachteten wir beim Einathmen stets flache örtliche Einziehungen an den Intercostalräumen zwischen der sechsten bis neunten oder sechsten bis zehnten Rippe und Vorwärtsbewegung der Knorpel der achten und neunten oder der neunten und zehnten; und dabei entweder vollständige Bewegungslosigkeit der Rippen oder geringe Aufwärtsbewegung der vierten und fünften oder der dritten, vierten und fünften Rippe.*)

Die letztere Erscheinung (die Aufwärtsbewegung der oberen Rippen) verschwand aber in dem Maasse, als der Zeitraum nach der Bloslegung der Brustwände sich vergrösserte. Wenn also auch, gegen die Behauptung Haller's, bei Reizung sensibler Nervenzweige Veränderungen am Thorax auftreten und, gegen die Versicherung von B. und M., auch ohne Eröffnung der Brusthöhle Rippenbewegungen an ihm sichtbar sind, so muss man doch andererseits gelten lassen, dass der Thorax beim Kaninchen vollständig bewegungslos ist unter denselben Umständen, unter denen er beim Hunde auffallende Bewegungen zeigt. Nehmen wir hinzu, dass man auch an unversehrten Kaninchen niemals eine Bewegung der Rippen fühlt, während sie an Hunden, selbst bei flachen Einathmungen, noch deutlich ist, so kann man allerdings behaupten, dass der regelmässige Athmungstypus des Kaninchens der abdominale, der des Hundes der costale ist, d. h. dass unter normalen Bedingungen die Lungen des Kaninchens lediglich durch die Abflachung des Zwerchfells, die des Hundes durch diese Abflachung und durch die Erweiterung der Brust (also bei gleich starker Zusammenziehung des Zwerchfells stärker) ausgedehnt werden.

Sehen wir nun, welche Veränderungen dieses Verhältniss erleidet, wenn dem respiratorischen Gaswechsel ein Hinderniss gesetzt wird.

---

*) Unter Vorwärtsbewegung verstehen wir hier, wie in den folgenden Versuchen, die Bewegung in der Richtung von der Wirbelsäule nach dem Brustbein; unter Auswärtsbewegung die Bewegung in der Richtung von dem Mediastinum nach der Seitenwand des Thorax.

2) Von den Veränderungen, welche der Inspirations-Typus des Kaninchens unter dem Einfluss von Athmungshindernissen erleidet. Die dann zu beobachtende Aufwärtsbewegung des zweiten bis sechsten Rippenpaares ist unabhängig von der Zusammenziehung des Zwerchfells und erfolgt auch ohne Beihülfe der Scaleni. Eigenthümliches Verhalten der letzteren Muskeln bei Athmungshindernissen.

Exp. I. Den 16. April 1846. Ein Kaninchen, dem vor mehreren Wochen ein Stück aus beiden Nn. laryng. inferior. ausgeschnitten worden war, machte, auf den Rücken gebunden, nach etwa 4 Minuten 104 Athemzüge in der Minute. Nach Bloslegung der Rippen beobachtete man:

a) eine deutliche Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe, am geringsten ist die der zweiten;
b) Vorwärtsbewegung der Knorpel der achten und neunten;
c) starke umschriebene Einziehung des Intercolstalraums zwischen neunter und zehnter Rippe, schwächere der Intercostalräume zwischen sechster bis neunter Rippe.

Nach Anstechung eines Zwischenrippenraums am rechten Thorax beobachtet man:

a) eine stärkere Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;
b) Zusammenziehung der vorher ruhigen Scaleni.

In den Lungen zeigen sich umfängliche luftleere, derbe und trockene, theils braunrothe Partieen, in welche gelblich-weisse Massen eingesprengt sind, theils gleichmässig gelblich-weisse Heerde; in den Bronchien, welche zu diesen Partieen führen, findet sich eine dickflüssige, klebrige, weisse Masse. — Die nachträgliche Präparation weist die noch bestehende Trennung der Nerven auf beiden Seiten nach.

In diesem Falle war die Stimmritze verengert und ein grosser Theil der Athmungsfläche verloren gegangen, gleichzeitig aber auch der Brustkorb beim Einathmen betheiligt; es fand andauernd eine Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe statt. Zu dieser kam bei noch stärkerer Behinderung des respiratorischen Gaswechsels (durch Eröffnung der einen Brusthöhle) Zusammenziehung der Scaleni.

Durch welche Muskeln wurde jene Aufwärtsbewegung der Rippen bewirkt?

Nach B. und M. wären unter den hier in Betracht kommenden Muskeln die Scaleni und das Zwerchfell die einzig möglichen Rip-

penheber. — Wäre dies wahr, so musste die Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe, wenigstens Anfangs, wo die Scaleni sich noch nicht zusammenzogen, vom Zwerchfell bewirkt worden sein; in diesem Falle aber auch eine Aufwärtsbewegung der siebenten Rippe stattgefunden haben, eine Erscheinung, die in der Beschreibung des Versuchs nicht angemerkt ist. — Diesen Mangel ergänzt der folgende Versuch.

Exp. II. *A*. Den 19. April wird einem grossen schwarzen Kaninchen die sechste, siebente, achte und neunte Rippe auf beiden Seiten und der angrenzende Theil des Peritonäums blossgelegt. Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) Abwärtsbewegung der Leber und des Magens und Wölbung des Epigastriums;

b) Vorwärtsbewegung des Knorpels der achten und neunten Rippe;

c) keine einzige Rippe wird nach aufwärts bewegt.

B. Hierauf Blosslegung der Serrati majores und Scaleni, so dass man die erste bis neunte Rippe (incl.) in ihrer vorderen Hälfte übersehen kann, und Durchschneidung beider Vagi. Man beobachtet nun eine obgleich nicht bedeutende Aufwärtsbewegung der dritten bis fünften Rippe.

C. Nach der hierauf gemachten Anstechung der linken Brusthöhle aber beobachtet man (ebenfalls bei jeder Inspiration):

a) stärkere Wölbung des Epigastriums;

b) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe, am stärksten ist die der dritten bis fünften;

c) mässige Zusammenziehung der Scaleni.

Mit der Aufwärtsbewegung der oberen Rippen nimmt der Querdurchmesser der oberen Brusthälfte zu, der vorn zugeschärfte Brustkasten wird runder.

D. Die Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe dauert fort, trotz der Durchschneidung der Scaleni (zunächst ihrer Rippenanheftung). Aber eine Aufwärtsbewegung der siebenten und achten ist auch jetzt nicht wahrnehmbar.

In diesem Versuch konnte die Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe weder von der Zusammenziehung der Scaleni, noch von der des Zwerchfells bedingt sein. Denn sie dauerte fort, nachdem die Scaleni durchschnitten waren, und zeigte sich deutlich, während die Aufwärtsbewegung der siebenten und achten Rippe nicht wahrzunehmen war.

Zu demselben Ergebniss führen die folgenden Versuche.

Exp. III. Den 18. April werden einem grossen weiblichen Kaninchen an der rechten Brusthälfte der Scalenus, Serrat. major, die Intercostalräume bis zur zehnten Rippe, endlich auch das Peritonäum des angrenzenden Theils des Epigastriums blossgelegt. Man beobachtet Stillstand aller blossgelegten Rippen und dass keiner der blossliegenden Muskeln sich zusammenzieht weder beim Ein- noch beim Ausathmen.

Hierauf Anstechung der linken Brusthälfte. Man beobachtet (am rechten Thorax) sofort bei jeder Einathmung: Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe (incl.), bei Stillstand der unterhalb der sechsten gelegenen und sichtbaren Rippen.

Eine Zusammenziehung des Scalenus und Serrat. ist nicht wahrnehmbar.

Die Aufwärtsbewegung der oberen Rippen dauert auch dann noch fort, als der untere Theil des Brustbeins mittelst einer Pincette fixirt war.

Exp. IV. *A*. Den 28. Juni werden einem grossen, grauen, weiblichen Kaninchen, das, um 10 Uhr auf den Rücken gebunden, drei Minuten darauf, bei vollkommener Ruhe, 104 flache Athemzüge in der Minute machte, die Rippen und Intercostalräume der rechten Thoraxhälfte bis zur zehnten (incl.), mit Schonung der Rückenmuskeln und des Scalenus, blossgelegt, eben so die vordere Wand der linken Brust bis zur neunten. Darauf Durchschneidung des Scalenus dexter oberhalb seiner Rippeninsertion. — Um 10½ Uhr waren diese Operationen vollendet und zwei Minuten darauf die Athemzahl nur noch 88.

B. Nach der gleich darauf geschehenen Eröffnung des rechten Thorax zwischen fünfter und sechster Rippe stieg dieselbe sofort auf 188. Man beobachtete jetzt:

a) Volumsvermehrung der rechten Brusthälfte;

b) höheren Stand der oberen Rippen dieser Seite; (der Winkel, den sie mit ihren Knorpeln machten, war stumpfer geworden);

c) Abflachung der rechten Zwerchfellshälfte (dieselbe ragte, trotz der Integrität der Bauchwand, um etwa ¼ Zoll weniger weit in den Thorax hinein, als die linke); ferner zeigt sich bei jeder Einathmung

d) starke Zusammenziehung des durchschnittenen Scalenus dexter (es verkürzt sich nicht allein das obere grössere, sondern auch das kleine an den Rippen verbliebene Stück);

e) starke Aufwärtsbewegung des zweiten bis sechsten Rip-

penpaares (während aber die linken Rippen bei der Inspiration nicht die Höhe der rechten erreichen, steigen sie bei der Exspiration tiefer hinab).

C. Vollständige Durchschneidung des Intercostalraums zwischen fünfter und sechster Rippe rechterseits. Trotzdem Fortdauer der Aufwärtsbewegung der zweiten bis fünften bei Stillstand der sechsten Rippe. — Um 10¾ Uhr war die Athemzahl wieder auf 80 heruntergegangen.

Dieser Versuch ist in mehrfacher Beziehung bemerkenswerth.

Der rechte Thorax hatte sofort nach seiner Eröffnung eine Umfangszunahme erfahren durch die veränderte Stellung seiner Rippen, und ausserdem war eine Abflachung der ihm angehörigen Zwerchfellshälfte eingetreten, trotz der Unversehrtheit der Bauchdecken. In welchem Zusammenhange stehen diese Erscheinungen mit der Eröffnung?

Von einer Kraft, welche, von innen her wirkend, die Brustwand ausgedehnt und das Zwerchfell herabgedrückt hätte, kann hier offenbar keine Rede sein. Denn die nun innerhalb der Brust befindliche Luft hatte, da sie fortwährend in unmittelbarem und freiem Verkehr mit der Atmosphäre stand, die nehmliche Spannung wie diese. Sie war darum eben so wenig im Stande, jene Wirkungen hervorzubringen, als die Lunge zusammenzudrücken.

Dagegen ist durch die Eröffnung diejenige Kraft, mit welcher das Lungengewebe, bei geschlossener Brust, sich von den Wänden desselben zu entfernen strebt, mittelst welcher also die nachgiebigen Gebilde des Thorax nach innen gezogen werden, verloren gegangen†). Es müssen in Folge dessen diejenigen Kräfte in Wirksamkeit treten, durch welche die den Thorax zusammensetzenden Theile nach anderen Richtungen bewegt werden können. — Würden die Rippen durch elastische Kräfte in die oben bezeichnete Lage gebracht, so müsste diese Erscheinung unstreitig auch an der Leiche eintreten. Da dies nicht der Fall ist, so kann sie nur von

†) Die hier gebrauchte Ausdrucksweise ist als eine unphysikalische zu verwerfen! — Die intercostalen Weichgebilde werden nicht nach innen gezogen, sondern getrieben durch den Ueberschuss des Druckes, der auf der äusseren Fläche des Thorax lastet und der gleich dem vollen Atmosphären-Druck ist, über den Druck, der auf der inneren Fläche der Thoraxwand lastet und der um den Druck, den das ausgespannte Lungenparenchym auszuüben vermag, kleiner als der Atmosphären-Druck ist. Durch den Ueberschuss des „äusseren“ über den „inneren“ Druck müssen die Intercostalräume so weit nach innen getrieben werden, bis die Spannung, die ihnen dadurch ertheilt wird, der jedesmal gegebenen Druck-Differenz das Gleichgewicht hält.

Muskelkräften bedingt sein. — Wir haben demnach einen Hergang vor uns, welcher einen ähnlichen Grund hat, wie die Verziehung des Mundes nach Lähmung des einen Facialis. Indem hier mit der Vernichtung des Nerveneinflusses die Muskeln der befallenen Seite gleichzeitig jenen geringen Grad von stetiger Verkürzung, welchen man Tonus nennt, verloren haben, erhält die Zugkraft der gegenüberliegenden Muskeln auch bei vollständiger Ruhe des Gesichts das Uebergewicht. Auch in unserem Falle muss es der Tonus der Rippenheber sein, welcher nach dem Wegfall der concentrisch wirkenden Kraft des Lungengewebes, die Rippen in eine mehr wagrechte Lage versetzt und damit eine Erweiterung der Brust bedingt.

Ganz dasselbe gilt offenbar vom Zwerchfell, welches also, nach Eröffnung des Thorax, nicht, wie ein neuerer Schriftsteller behauptete, „schlaff herabfällt", sondern durch die stärkere Verkürzung seiner Fasern sich abflacht. Wie könnte es auch fallen, da es im Verhältniss zu seinem Gewicht hinlänglich unterstützt ist!

Eine zweite interessante Erscheinung in dem angeführten Versuch, welche wir übrigens, so wie die eben genannten, öfters beobachtet haben, ist die rhythmische, genau mit der Zusammenziehung des Zwerchfells zusammenfallende Verkürzung des von den Rippen abgetrennten Scalenus. In einigen Fällen liess sich sogar mehr als eine Viertelstunde nach der Abtrennung noch keine Verminderung in dem Grade dieser Verkürzung wahrnehmen. Ganz dasselbe haben wir an einem Exspirationsmuskel, von dem später die Rede sein wird, natürlich bei dem Ausathmen, beobachtet.

3) Die Intercostalmuskeln sind nach den Versuchen Haller's Rippenheber und Inspirationsmuskeln, nach den Versuchen von Beau und Maissiat Herabzieher der Rippen und Exspirationsmuskeln.

Gehen wir nun an die Aufsuchung derjenigen Muskeln, welche jene von den Scaleni und dem Zwerchfell unabhängige Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe vermitteln, so gerathen wir zunächst auf die Intercostalmuskeln, welche in der That von mehreren heutigen Physiologen, obschon ohne sachliche Begründung (siehe Valentin's Physiologie, T. I. p. 514), als Rippenheber angeführt werden.

Nach Haller haben die äusseren und inneren gemeinschaftlich diese Function. Dass die Inneren Rippenheber seien, bewies er experimentell zuerst in dem oben angeführten Werke.

Nachdem er bei Hunden die Haut, die Pectoralmuskeln, die

Ansätze der Mm. recti entfernt und den dem Sternum zunächst liegenden Theil der Intercostales interni blossgelegt hatte, sah er (in sieben Versuchen):

a) dass diese Muskeln (die Intercostales interni) bei jeder Einathmung wie andere in Thätigkeit befindliche Muskeln sich verhielten. „*Tenduntur, tument, magis tamen ad oram superiorem quam inferius, ubi regnat ora quaedam elevata, sub qua aeque longa depressio augetur in inspirando. Una lacerti ipsi intumescunt, mediae nascuntur lineae et sulci, mutantur denique horum musculorum directiones, ut a valde obliquis rectiores et perpendiculo propiores fiant. Digitos etiam adposui nitentibus et tetigi indurationem illam, quae cum nixu fit, in quo musculosa actio maxime ponitur. In exspiratione iidem musculi restituuntur in obliquitatem suam, detumescunt, longiores fiunt et glabri, et sulci evanescunt et lacertorum distinctio.*“ — Er sah ferner:

b) bei tiefen Inspirationen die Intercostalräume bedeutend kleiner werden: „*intervalla costarum manifestissime et ita diminui in vehementiori inspiratione, ut, si oculo credas, nonnunquam dimidio breviora esse putes. Hoc observatu omnium facillimum est (l. c. p. 29—32).*

Zur Bestätigung dieses Resultats werden in einer späteren Arbeit: *Mémoire sur la respiration. Lausanne 1758*, welche, ins Lateinische übersetzt, in den *Opera minor., tom. I. p. 269—328* enthalten ist, noch 26 auf denselben Gegenstand bezügliche Versuche, von denen zwei an Kaninchen, die übrigen an Hunden angestellt sind, mitgetheilt.

Aus diesen ersehen wir, dass die sub *b.* angeführte Verengerung der Intercostalräume nicht an allen gleich deutlich beobachtet wurde.

Während im Exp. 5, 16, 17, 18, 24, 25, 26, 27, wo die obersten 3—5 Intercostalräume blossgelegt worden, beständig sowohl die Contractionserscheinungen an den Muskeln, als auch die Verengerung der Zwischenrippenräume wahrgenommen wurden, finden wir im Exp. 29, wo der sechste, siebente und achte Intercostalraum blosslag, ausdrücklich bemerkt: *Obscurior hic quam inter costas superiores est observatio*, und im Exp. 30, wo die siebente, achte, neunte, zehnte und eilfte Rippe blossgelegt waren: *In intervallo 7 et 8 neque diminutionem neque incrementum observavi, cum diu inspicerem*, dagegen weiterhin: *Costa decima et undecima evidenter ad nonam accedebant, paene percursa dimidia latitudine intervalli, adeo manifesto, ut mensuram adhibere superfluum viderentur;* endlich

im Exp. 31, wo der zweite bis siebente Intercostalraum blosslag: *Manifesto breviora facta sunt, costis ad se invicem accedentibus, intervalla 2, 3, 4 et 6; reliqua intervalla, infra costam sextam, minus mutabantur et costae parallelae manebant, in inspiratione certe mediocri.*

Dieser Unterschied veranlasst denn auch Haller zu der Bemerkung: *Quare ex binis modo allatis experimentis* (29 und 30) *adparet, per inspirationem costas supremas et infimas insigniter ascendere et suum parallelismum mutare: medias contra costas, cum neutra satis evidenter firmior sit, adscendere parallelas.*

Den Grund aber, warum er in den genannten beiden Arbeiten sein Augenmerk fast ausschliesslich auf die inneren Intercostalmuskeln richtete, giebt er selbst in den Worten: *De intercostalium externorum functione non magna lis est*; und an einer anderen Stelle: *Quin porro externi intercostales costas elevent, ne nostri quidem adversarii* (unter denen der vorzüglichste Hamberger) *dubitarunt (Physiologie tom. VI. p. 58 et 59, edition Holmian.).* — Doch findet sich auch ein experimenteller Nachweis für die inspiratorische Zusammenziehung der äusseren Zwischenrippenmuskeln in mehreren der erwähnten Versuche. So heisst es im Exp. 16: *Musculi intercostales interni, externi et intercartilaginei vehementer in inspiratione agunt, tument, monticulus nascitur sub costa superiori, fovea super costam inferiorem cujusvis intervalli. In intervalla costae primae et secundae foveam non vidi, totusque musculus tumebat etc.*

Wenn nun auch aus diesen Versuchen Haller's nicht hervorgeht, einen wie grossen Antheil die Intercostalmuskeln an der Aufwärtsbewegung der Rippen haben, da er andere mögliche Rippenheber nicht ausser Thätigkeit gesetzt hatte, so schienen die doch wenigstens so viel zu beweisen, dass beiderlei Intercostalmuskeln, äussere wie innere, sich bei tiefem Einathmen zusammenziehen, dass dieselben also dann einen Antheil an der Aufwärtsbewegung der Rippen überhaupt haben.

Doch selbst dies wird von Beau und Maissiat geleugnet. Unter der Ueberschrift: *Variations de l'espace intercostal* sagen sie in dem angeführten Aufsatze ausdrücklich, dass der Intercostalraum beim Einathmen sich vergrössere. Die Vergrösseruug sei entsprechend seiner Höhe. Beim Weibe vergrössern sich am meisten die Intercostalräume der oberen Rippen, wogegen es beim Typus costalis inferior die Zwischenräume der sechsten bis zehnten Rippe seien, welche sich beim Einathmen am meisten erweitern. An dem entblössten Thorax des Hundes beobachtet man

bei angestrengtem Einathmen, dass sich die Zwischenräume der siebenten bis neunten Rippe um das Doppelte vergrössern. Nur bei der complexen Ausathmung finde eine wirkliche Verkleinerung der Intercostalräume statt.

An einer anderen Stelle *(Archiv général. 4ème Sér. tom. I. p. 270)* heisst es: „Hat man an einem Hunde beiderlei Intercostalmuskeln blossgelegt, so überzeugt man sich *(on constate)*, dass bei der Inspiration zwar beide Muskeln hart werden, aber indem sie sich verlängern; beim einfachen Ausathmen verlieren sie diese Härte, indem sie sich gleichzeitig verkürzen; bei der complexen Ausathmung (Schreien etc.) verkürzen sie sich noch mehr als bei der einfachen, aber statt in demselben Maasse weicher zu werden, erlangen sie im Gegentheil einen Grad von Härte, welcher noch beträchtlicher ist als bei der einfachen Ausathmung. Noch mehr: bei der Einathmung sinken beiderlei Intercostalmuskeln ein und werden leicht concav, zumal an den Stellen, an welchen die Bewegung der Rippen am ausgeprägtesten ist; bei der einfachen Exspiration werden sie plan und bei der complexen Exspiration machen sie sogar einen beträchtlichen Vorsprung über das Niveau der Rippen." — Die grössere Härte der Muskeln bei der Einathmung leiten B. und M. von der grösseren Spannung ab, welche die Bündel durch die Erweiterung der Zwischenrippenräume erleiden, wie denn auch die Bauchmuskeln nicht blos dann einen grösseren Widerstand leisten, wenn sie sich zusammenziehen, sondern auch, wenn sie, wie z. B. bei tiefem Einathmen, durch den Inhalt des Abdomens ausgedehnt werden.

Hiernach wären also die Intercostalmuskeln, sowohl innere wie äussere, nicht Einathmungs-, sondern Ausathmungs-Muskeln, nicht Heber, sondern Herabzieher der Rippen!

Zur Unterstützung dieser Ansicht werden folgende zwei Fundamental-Versuche angeführt: „Man entferne", heisst es *(l. c. Tom. I. p. 274)*, „bei einem Hunde die grossen und kleinen Pectoralmuskeln, die Serrati majores und Scaleni, so dass die Rippen mit den ihnen zugehörigen Intercostalmuskeln blossliegen. Das Athmen geht trotzdem eben so leicht und vollständig wie früher von Statten. — Bis dahin könnte man immer noch glauben, dass die Intercostalmuskeln in der That Inspiratoren seien, aber man verfolge den Versuch weiter. — Macht man nämlich zu beiden Seiten der Brust in den Raum zwischen der sechsten und siebenten Rippe einen Schnitt, welcher durch das Brustbein hindurchgehend den Thorax in einen oberen und unteren Abschnitt theilt, so beobachtet

man, trotz der Verkleinerung beider Lungen, noch einige Inspirationen und bei jeder derselben eine Aufwärtsbewegung der Rippen des unteren Abschnitts, sogar der siebenten welche dicht unterhalb des Schnittes liegt. Und zwar ist diese Aufwärtsbewegung eben so deutlich *(aussi marqué)* als vor der Operation"*).

Der zweite Versuch lautet: „Nach Blosslegung der Brustmuskeln bei einem Hunde oder Kaninchen und Eröffnung des Abdomens entfernt man schnell und vollständig das Zwerchfell, indess ein Gehülfe die Serrati durchschneidet und den im vorigen Versuch angegebenen Schnitt durch den ganzen Thorax macht. Auch hier macht das Thier noch einige tiefe Athemzüge, welche jedoch nur an dem der Wirkung der Scaleni unterworfenen oberen Abschnitt wahrzunehmen sind; das untere bleibt unbeweglich."

Bei der Wiederholung dieser Versuche an Kaninchen erhielten wir selbst jedoch stets ein anderes Resultat.

4) Die Versuche an Kaninchen zeigen gegen die Ansicht von Beau und Maissiat, dass die Bewegungen, welche die Rippen bei ungewöhnlich tiefen Inspirationen nach oben oder nach oben und aussen machen, ohne Mithilfe des Zwerchfells und der Scaleni vor sich gehen.

Exp. V. Den 27. April wurden einem mittelgrossen, dunkelgefärbten Kaninchen die Scaleni und Serrati majores und die Intercostalmuskeln bis zur neunten Rippe auf beiden Seiten blossgelegt. Hierauf der Raum zwischen sechster und siebenter Rippe ebenfalls auf beiden Seiten durchschnitten, so dass der untere Theil des Thorax nur noch mittelst der Wirbelsäule und des Brustbeins mit dem oberen zusammenhing. Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe und gleichzeitige Erweiterung des Brustkastens im Querdurchmesser; dagegen

b) vollständigen Stillstand der siebenten Rippe, obwohl

c) das Zwerchfell sich stark zusammenzieht, wie aus der starken Wölbung des Unterleibes hervorgeht.

---

*) „Dieser Versuch", sagen B. und M. selbst, „beweist überzeugend, dass die Intercostalmuskeln für das Einathmen unnütz sind, weil man ja die siebente Rippe nach wie vor nach oben und aussen gehen sieht, trotz der Zerstörung derjenigen Intercostalmuskeln, welche zwischen der sechsten und siebenten Rippe ausgespannt sind." — Hiernach ist es also die Aufwärtsbewegung der siebenten Rippe, auf welche sie selbst das meiste Gewicht legen. Sie mussten dies auch, da die tieferen Rippen ja im Besitz ihrer Intercostalmuskeln verblieben waren.

Man setzt die Beobachtung mit Hülfe der künstlichen Respiration durch mehrere Minuten fort, ohne dass das Ergebniss eine Aenderung erleidet.

Exp. VI. *A.* Den 17. Juli werden bei einem kleinen, weissen Kaninchen die Rippen der Intercostalräume beider Thoraxhälften blossgelegt. Es war 47 Minuten nach 5 Uhr aufgebunden worden und machte 58 Minuten nach 5 Uhr, nachdem die Blosslegung vollendet war, 72 Athemzüge in der Minute.

B. 2 Minuten nach 6 Uhr: Eröffnung der linken Brusthälfte; Athemzahl = 112, 6 Minuten später = 100; gleichzeitig *a*) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe; *b*) Einziehung der unteren Zwischenrippenräume; *c*) Einziehung des vorderen knöchernen Endes der siebenten bis neunten Rippe; *d*) schwache Verkürzung der Scaleni.

C. 13 Minuten nach 6 Uhr: Tracheotomie (die Oeffnung ist bedeutend grösser als die normale Stimmritze); Anzahl der Athemzüge = 92 in der Minute.

D. Gleich darauf Durchschneidung des rechten Vagus; Athemzahl = 68; gleichzeitig viel stärkere Einziehung sowohl der Rippen als der Intercostalräume und stärkere Hebung der oberen Rippen.

E. 17 Minuten nach 6 Uhr: Durchschneidung des linken Vagus; Athemzahl = 40; 4 Minuten darauf = 48. Einziehungen der Räume zwischen siebenter bis zehnter Rippe (dieselben zeigen sich jetzt dicht am Epigastrium) und Verstärkung der übrigen Erscheinungen †).

F. Durchschneidung des Thorax zwischen sechster und siebenter Rippe, so dass beide Abschnitte nur noch mittelst der Wirbelsäule zusammenhängen: starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe, vollkommener Stillstand der siebenten. Darauf Unterhaltung der künstlichen Respiration. Während derselben mässige und in langen Zwischenpausen sich folgende Abflachung des Zwerchfells. Sobald sie aber ausgesetzt wird, werden *a*) die Zusammenziehungen des Zwerchfells immer stärker, so dass die Knorpel des siebenten Rippenpaares einander genähert werden; zu diesen immer stärkeren und häufigeren Zusammenziehungen gesellt

†) Dieser Versuch erhält noch einen besondern Werth dadurch, dass er der erste ist, welcher zeigte, dass die nach Durchschneidung der Nn. vagi auftretenden Erstickungserscheinungen nicht von der Verengerung der Stimmritze abhängen, da sie trotz der vorher gemachten Tracheotomie eintreten.

sich *b*) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe, welche ebenfalls immer stärker wird, endlich *c*) Verkürzung der Scaleni, ebenfalls anfangs schwach und dann immer stärker. — Aber selbst dann, als diese Erscheinungen sich verbunden und den höchsten Grad erreicht hatten, blieb die siebente Rippe völlig ruhig.

G. Nach Durchschneidung der Phrenici dicht oberhalb der Stelle, wo ihre Bündel aus einander treten, sind die Zusammenziehungen des Zwerchfells spurlos verschwunden, während die Erscheinungen sub *b.* und *c.* in derselben Weise fortdauern.*)

In beiden Versuchen also starke Zusammenziehungen des Zwerchfells — und doch Stillstand der mit ihm verbundenen siebenten Rippe; während in dem folgenden die vier unteren Rippen sich deutlich nach aussen bewegten, trotz der Ablösung des Zwerchfells von den Thoraxwänden.

Exp. VII. *A.* Den 22. Mai wurden einem mittelgrossen schwarzen Kaninchen, wie in den vorigen Experimenten, die vordere Brustwand und das Peritonäum des oberen Theils der vorderen Bauchwand blossgelegt. Vier Minuten darauf Eröffnung des linken Thorax, wonach die Anzahl der Athemzüge, welche vorher 48 betragen hatte, auf 56 stieg und eine Aufwärtsbewegung der dritten, vierten, fünften Rippe sichtbar wurde.

B. Zehn Minuten nach Eröffnung des linken Thorax wird das Thier auf die linke Seite gelegt und in dieser Lage befestigt, so dass die rechte Seite in ihrer ganzen Ausdehnung übersehen werden konnte. Nach hierauf geschehener Eröffnung auch des rechten Thorax zwischen fünfter und sechster Rippe beobachtet man bei jeder Einathmung:

---

*) Valentin meint (Physiologie Tom. II. p. 646): „Der Phrenicus ist nicht der einzige Nerv, welcher das Zwerchfell versorgt. Wenn auch die Fasern des Vagus und Sympathicus, welche in dasselbe eintreten, keinen motorischen Einfluss auf dieses Organ ausüben, so zeigt uns schon die §. 1349 gegebene Uebersicht dass z. B. der sechste bis zehnte oder zwölfte Brustnerv Zweige an das Zwerchfell abgiebt. Eben so werden wir in der Folge bei dem N. hypoglossus finden, dass die obersten Halsnerven ihren Antheil durch den R. descendens hypogloss. und den R. phrenic. secundar. an das Zwerchfell abgeben. Die Durchschneidung beider Zwerchfellsnerven kann daher keine ganz vollkommene Lähmung des Diaphragma veranlassen." Und doch ist dies, wie wir aus dem obigen Experiment sehen, der Fall, ein neuer Beleg zu den vielen bereits vorhandenen, dass man sich zu hüten habe, aus rein anatomischen Thatsachen physiologische Folgerungen zu machen. Jene Thatsachen dürfen höchstens als eben so viele Punkte, nach denen hin man zu experimentiren hat, betrachtet werden.

a) Zusammenziehung der Scalenus;
b) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;
c) nicht deutliche Bewegung der siebenten und achten, wogegen
d) die Auf- und besonders die Auswärtsbewegung der neunten, zehnten, eilften und zwölften Rippe sehr deutlich hervortritt. Der Knorpel der neunten gleitet bei jeder Einathmung auf dem der achten, wie ein Zeiger, um mehrere Linien nach aussen (i. e. in der Richtung vom Brustbein nach der Seitenwand des rechten Thorax).

C. Man beobachtet dieselben Erscheinungen mit derselben Deutlichkeit, nachdem die künstliche Respiration eingeleitet und die rechte Hälfte des Zwerchfells von den unteren sechs Rippen losgelöst ist, sogar noch nach Ablösung auch der linken Zwerchfellshälfte.

D. Als hierauf endlich die drei letzten Rippen des rechten Thorax genau von den oberen getrennt waren, sah man dennoch, sobald die künstliche Respiration unterbrochen wurde, mit jeder der stärkeren Inspirationen, deren Eintritt an der Verkürzung des Scalenus erkannt wurde, eine deutliche Auf- und Auswärtsbewegung der elften und zwölften Rippe bei Stillstand der zehnten.*)

Der Annahme, dass die hier sub *C.* beobachtete starke Bewegung der neunten bis zwölften Rippe von der Aufwärtsbewegung der sechsten bedingt gewesen, also eine durch Zug bewirkte sei, stehen, wie man auf den ersten Blick sieht, zwei Thatsachen entgegen: 1) die so unbedeutende, kaum wahrnehmbare Bewegung der siebenten und achten, und 2) die Thatsache, dass die vier untersten Rippen sich nicht allein auf-, sondern auch, und noch viel deutlicher, nach auswärts bewegten.

Es bleibt also nichts übrig, als zuzugeben, dass wenigstens beim Kaninchen (worauf es uns hier zunächst ankommt) eine von den Scalenis und dem Zwerchfell unabhängige inspiratorische Bewegung nicht allein der zweiten bis sechsten, sondern auch der neunten bis zwölften Rippe stattfinde, sobald ein bedeutendes Athmungshinderniss gesetzt wird.

---

*) Mehr Versuche dieser Art anzuführen, war, wie sich aus dem Folgenden ergeben wird, durchaus unnöthig.

5) **Die Wirkung des Zwerchfells auf den unteren Theil des Brustkorbes ist keine andere als die bereits von Haller angegebene.**

Wenn der am Ende des vorigen Abschnittes ausgesprochene Satz richtig ist, so kann es sich nur noch darum fragen, ob die inspiratorische Bewegung der Rippen etwa durch die Mitwirkung der Scaleni und des Zwerchfells vergrössert wird?

Von den Scaleni wird dies ohne Weiteres zugegeben werden dürfen. Da diese Muskeln sich beim Kaninchen an die zweite bis fünfte Rippe ansetzen und ihren festen Punkt an dem Halstheil der Wirbelsäule haben, so müssen sie, in Contraction gerathend, nothwendig denjenigen Muskeln zu Hilfe kommen, welche die genannten Rippen nach aufwärts bewegen, also auch eine grössere Excursion dieser Rippen nach oben bewirken. Freilich kann diese Unterstützung keine sehr erhebliche sein, da in den bereits mitgetheilten Versuchen sowohl als in den folgenden kein auffallender Unterschied in der Bewegung der oberen Rippen sich zeigte, wenn die Scaleni durchschnitten waren.

Dagegen müssen wir den Antheil des Zwerchfells an der Bewegung der vier unteren Rippen durchaus in Abrede stellen. Denn gerade diejenigen Rippen, welche, wenigstens beim Kaninchen, mit die stärksten Bündel vom Zwerchfell erhalten, die siebente und achte, waren bewegungslos in den Fällen, wo, ohne Störung ihres Zusammenhanges mit dem Zwerchfell, nur die über ihnen liegenden Intercostalräume durchschnitten worden waren (vergl. auch Exp. V. und VI. und Exp. XVII.). Diese Versuche sind um so schlagender, als man in denselben gegenüber dem Stillstand der der achten eine deutliche Bewegung der zehnten, eilften und zwölften Rippe, welche weit schwächere Bündel vom Zwerchfell erhalten, beobachtete. — Die einzige Wirkung, welche nach unseren Untersuchungen das Zwerchfell auf den unteren Abschnitt des Brustkorbes ausübt, besteht in der Einziehung der vorderen (knöchernen) Enden der siebenten und achten oder der siebenten bis neunten Rippe, welche wir bei grossen Respirationshindernissen häufig beobachtet haben (s. die weiter unten folgenden Versuche). In der That steht denn auch diese Thatsache in weit besserem Einklange mit den anatomischen Verhältnissen, als die von B. und M. dem Zwerchfell zugeschriebene Function.

6) Unter den zwischen je zwei Rippen ausgespannten Muskelbündeln befinden sich in der That auch solche, welche bei ungewöhnlich tiefen Einathmungen sich gleichzeitig mit dem Zwerchfell zusammenziehen und durch ihre Zusammenziehung die je untere Rippe in Bewegung setzen (entweder bloss nach oben oder nach aussen und oben).

Wir haben, um dies zu beweisen, einen andern Weg eingeschlagen als unser Vorgänger.

Es werden zwei beliebige über einander liegende Rippen isolirt, so dass sie mit dem oberen und unteren Theil des Thorax nur noch mittelst der Wirbelsäule und des Brustbeins zusammenhängen. Die zwischen beiden Rippen ausgespannten Muskelbündel besitzen ihren unversehrten Intercostalnerven und erhalten ihr Blut aus der unterhalb des Pleuraüberzuges verlaufenden, ebenfalls unverletzten Intercostalarterie. Es sind somit alle Bedingungen gegeben, deren Muskeln möglicherweise bedürfen, wenn sie auf Anregungen vom Centralorgane des Nervensystems sich zusammenziehen sollen.

Exp. VIII. *A.* Den 22. April werden einem mittelgrossen weissen Kaninchen an der rechten Seite des Thorax die Mm. scalenus, pectoralis, serratus und die an den Thorax gehefteten Partieen der Bauchmuskeln entfernt und somit die erste bis neunte Rippe mit den betreffenden Intercostalmuskeln blossgelegt, unter sehr geringem Blutverlust. Man beobachtet keine Bewegungen an den Rippen. Hierauf

B. Durchschneidung des zweiten und vierten Intertercostalraumes, so dass die dritte und vierte Rippe durch Intercostalmuskeln unter einander verbunden bleiben, von den oberen und unteren Rippen aber durchaus isolirt sind. Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) Stillstand der dritten Rippe und deutliche Aufwärtsbewegung der vierten, wobei der untere Rand einen Bogen von innen nach aussen beschreibt;

b) gleichzeitig Aufwärtsbewegung der zweiten Rippe bei Stillstand der ersten;

c) starke Excursion des durch das Peritonäum durchscheinenden Magens nach abwärts. Hierauf

C. Durchschneidung der zwischen dritter und vierter Rippe ausgespannten Muskeln vom Brustbein bis an die Wirbelsäule. — Alsbald Stillstand auch der vierten Rippe und grösserer Zwischenraum zwischen beiden. Hierauf

D. Anstechung des linken Thorax und Blosslegung der dritten

und vierten Rippe dieser Seite, welche sehr stark nach aufwärts bewegt werden, auch nach Durchschneidung des Scalenus.

Exp. IX. Den 25. April werden einem mittelgrossen, dunkelgefärbten Kaninchen

A. die Intercostalräume und Rippen beider Thoraxhälften bis zur neunten blossgelegt (auch die Scaleni und Sternocleidomastoidei durchschnitten) und hierauf die Muskeln zwischen zweiter und dritter so wie die zwischen vierter und fünfter Rippe der rechten Seite durchschnitten. Man beobachtet bei jeder Einathmung deutliche Aufwärtsbewegung der vierten bei Stillstand der dritten Rippe. Hierauf

B. Durchschneidung der Muskeln zwischen sechster und siebenter Rippe auf beiden Seiten und Unterhaltung der künstlichen Respiration (mittelst eines in die Trachea gesteckten Tubulus, durch welchen man die Lungen aufbläst). Man beobachtet Folgendes:

So oft die künstliche Respiration unterbrochen wird, treten zuerst sehr geringe Abflachungen des Zwerchfells auf, hierzu kommt bald geringe Aufwärtsbewegung der vierten und sechsten Rippe; allmälig werden die Zusammenziehungen des Zwerchfells immer stärker (so dass das Epigastrium sich stark wölbt) und die Aufwärtsbewegung der vierten und sechsten Rippe immer bedeutender, während die siebente durchaus still steht.

Der Versuch wird in dieser Art über eine halbe Stunde fortgesetzt, d. h. immer 2—3 Minuten künstliche Respiration und dann Unterbrechung derselben. Hat die Unterbrechung einige Minuten angedauert, so kommen zu den tiefen Einathmungen sehr energische Ausathmungen, welche sich in starker Verkürzung der Bauchmuskeln und starker Abwärtsbewegung der Rippen und, als Folge dieser letzteren, in starker Verengerung zumal der oberen Brusthälfte kundgeben. — Erst wenn es bis zu diesem Punkt gekommen ist, wird die künstliche Respiration von Neuem eingeleitet.

Nach diesen beiden, in Bezug auf den uns interessirenden Punkt so vollkommen übereinstimmenden Versuchen erleidet es keinen Zweifel, dass in der That die zwischen den oberen Rippen ausgespannten Muskelbündel als Rippenheber zu betrachten sind. Denn nur durch diese Muskeln konnte im Exp. VIII. die Aufwärtsbewegung der vierten und im Exp. IX. die Aufwärtsbewegung der vierten und sechsten bewirkt worden sein. Und als der beste Gegenbeweis dient der in beiden Versuchen bemerkte Stillstand der dritten, welche eben ihrer Heber in Folge der Durchschneidung

des Intercostalraums verlustig gegangen war. Leider ist das Verhalten der fünften, welche sich unter den gleichen Bedingungen befand, in der Beschreibung des Exp. IX. nicht angegeben.

Endlich können wir noch diesen letzten Versuch als Bestätigung der Exp. V. und VI. anführen; denn auch hier fand, trotz der kräftigen Zusammenziehungen des Zwerchfells, keine Aufwärtsbewegung des siebenten Rippenpaares statt.

Der Nutzen der künstlichen Respiration für das Studium der Erstickungserscheinungen wird noch klarer in den folgenden Versuchen hervortreten. Während unsere Vorgänger diese Erscheinungen und die Wirkung verschiedener In- und Exspirationsmuskeln nur wenige Augenblicke hindurch, in dem Moment der Agone, unter dem Hinzutritt von Convulsionen, zu erforschen gezwungen waren, setzt uns die künstliche Respiration in den Stand, das ein oder wenige Male, also flüchtig, Gesehene so lange von Neuem betrachten zu können, bis wir zu vollkommener Klarheit und Sicherheit gelangt sind —, ja, sogar Manches zu untersuchen und zu erledigen, was bei der bisherigen Methode nothwendig unerforscht bleiben musste; wir erinnern an den Triangularis sterni, dessen Wirkung B. und M. nur „theoretisch“ zu bestimmen wagten*).

Dass übrigens die Aufwärtsbewegung der vierten Rippe im Exp. VIII. und IX. lediglich von der Zusammenziehung der Intercostalmuskeln (im weiteren Sinne des Wortes) abhängig war, beweist das folgende Experiment, in welchem, trotz der Abtragung der Rückenmuskeln, der einzigen, welche allenfalls noch wirksam sein konnten, jene Aufwärtsbewegung in nicht geringerem Grade stattfindet.

Exp. X. *A*. Den 6. Mai wurden einem grossen weissen Kaninchen, dessen Muskelsystem sehr entwickelt ist, die Rippen und Intercostalräume der rechten Seite bis zur zehnten (incl.) blossgelegt (ausser dem Pectoralis, Serratus major etc. ist auch der Scalenus entfernt worden), dann die Rückenmuskeln von der zweiten bis fünften Rippe abgelöst.

Nachdem hierauf die linke Brusthälfte angestochen worden, beobachtet man an der (auf die angegebene Art präparirten) rechten Hälfte bei jeder Einathmung:

a) deutliche Aufwärtsbewegung der dritten, vierten und fünften Rippe bei starker Abwärtsbewegung des Magens;
b) Einziehung der Intercostalräume zwischen sechster und siebenter so wie siebenter und achter zunächst dem knorpe-

ligen Rande und bedeutend stärkere Vertiefung zwischen neunter und zehnter Rippe zunächst dem vorderen Ende derselben.

B. Hierauf Durchschneidung des zweiten und vierten Intercostalraums (rechter Seite) vom Brustbein bis zur Wirbelsäule. Man beobachtet, bei Unterhaltung der künstlichen Respiration:

a) bei den tiefen Einathmungen, welche auf die Unterbrechung der künstlichen Respiration folgen, eine deutliche Aufwärtsbewegung der vierten Rippe bei Stillstand der dritten;

b) bei jeder starken Ausathmung starke Abwärtsbewegung der dritten;

c) bei jeder tieferen Inspiration, gegen Ende des Versuchs ein Hervortreten der Muskelbündel in dem Intercostalraum zwischen sechster und siebenter Rippe.

Von den in diesem und einigen früheren Versuchen beobachteten örtlichen Einziehungen der unteren Intercostalräume, von ihren Ursachen und ihrer Bedeutung als dyspnoëtischer Erscheinungen wird an einem späteren Orte noch besonders gehandelt werden; eben so von der Beziehung der Intercostalmuskeln zur Exspiration. — Dagegen machen wir als auf eine hierher gehörige Erscheinung auf das sub *B. c.* bemerkte Hervortreten der Muskelbündel an den Intercostales externi in dem Intercostalraum zwischen sechster und siebenter Rippe aufmerksam.

In den folgenden Versuchen, welche dazu dienen sollen, den Beweis, dass die Intercostalmuskeln bei bedeutenden Hindernissen der Respiration als Rippenheber wirken, für eine grössere Reihe von Intercostalräumen zu führen, werden wir auch die eben erwähnte Erscheinung als eine allgemeinere beobachten.

Exp. XI. *A.* Den 18. Mai werden einem grossen weissen Kaninchenbock alle den rechten Thorax bedeckenden Weichtheile von der dritten bis zwölften Rippe abgetragen, auch die Bauchmuskeln. Hierauf Durchschneidung des vierten und (nach vorher gemachter Unterbindung der Art. mammaria zwischen erster und zweiter Rippe) des zweiten Intercostalraums. Dieselbe Operation an den Intercostalräumen zwischen sechster und siebenter und zwischen achter und neunter Rippe, so dass die rechte Thoraxhälfte in fünf, nur mittelst der Wirbelsäule und des Brustbeins zusammenhängende Theile, deren unterster aus den vier letzten Rippen besteht, getheilt ist. — Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) Aufwärtsbewegung der zweiten bei Stillstand der ersten,

b) Aufwärtsbewegung der vierten bei Stillstand der dritten,

c) eine geringere Aufwärtsbewegung der sechsten bei Stillstand der fünften.

d) eine sehr starke Aufwärtsbewegung der achten bei Einziehung des Knorpels der übrigens stillstehenden siebenten Rippe.

In allen diesen Abschnitten (der unterste wurde in diesem Versuch keiner genaueren Beobachtung unterworfen) traten überdies bei jeder Inspiration die Bündel der Intercostales externi deutlich hervor.

B. Hierauf Eröffnung des Abdomens und Loslösung der rechten Zwerchfellshälfte von der entsprechenden Brustwand. Man beobachtet auch jetzt dieselben Erscheinungen, nur dass die Auf- und Auswärtsbewegung der achten Rippe noch stärker hervortritt.

C. Schliesslich Durchschneidung der zwischen dritter und vierter Rippe ausgespannten Intercostales externi auf einer Hohlsonde, welche zwischen sie und die Interni vom Brustbein aus geschoben wird. — Trotzdem Fortdauer der Aufwärtsbewegung der vierten Rippe.

Exp. XII. Den 9. Juni werden einem grossen schwarzen Kaninchen, wie in dem vorigen Versuch, die Rippen und Intercostalräume auf der rechten Seite von der dritten bis zwölften blossgelegt; hierauf der rechte Thorax zwischen fünfter und sechster geöffnet und die rechte Mammaria zwischen dritter und vierter unterbunden; schliesslich die Zwischenrippenräume zwischen dritter und vierter, fünfter und sechster, siebenter und achter, neunter und zehnter, elfter und zwölfter Rippe in ihrer ganzen Ausdehnung durchschnitten, so dass die vierte und fünfte, die sechste und siebente, die achte und neunte, die zehnte und elfte Rippe verbunden bleiben. Man beobachtet bei jeder Einathmung: Aufwärtsbewegung der fünften, siebenten, neunten, elften Rippe; am schwächsten ist die der siebenten und elften. Ausserdem beobachtet man Hervortreten vieler einzelnen Muskelbündel der Intercostales externi.

Exp. XIII. Den 21. Mai werden einem kleinen Kaninchen die dritte bis zwölfte Rippe nebst zugehörigen Intercostalräumen der rechten Thoraxhälfte auf dieselbe Weise blossgelegt, und der linke Thorax angestochen. Man beobachtet keine deutliche Bewegung der unteren Rippen. — Als hierauf auch der rechte Thorax eröffnet wurde, sah man mit jeder Inspiration:

a) starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe incl.,

b) Stillstand der siebenten, achten und neunten,

c) geringe Aufwärtsbewegung der zehnten, elften und zwölften.

Nachdem nun das Abdomen geöffnet, die rechte Zwerchfellshälfte von der Rippenwand abgelöst und die künstliche Respiration eingeleitet worden war, sah man, so oft diese ausgesetzt wurde, bei den tieferen Inspirationen eine stärkere Auf- und Auswärtsbewegung der drei untersten Rippen, und als die beiden untersten Rippen nach Durchschneidung des zehnten Intercostalraums isolirt waren, Annäherung der zwölften an die elfte (diese letztere wenigstens bei 12—15 Einathmungen).

Aus diesen Versuchen geht also mit Sicherheit hervor: dass unter den zwischen je zwei Rippen ausgespannten Muskelbündeln sich solche befinden, die, sobald ein Respirationshinderniss gesetzt wird, sich gleichzeitig mit dem Zwerchfell zusammenziehen und durch ihre Zusammenziehung die je untere Rippe in Bewegung setzen (entweder bloss nach oben oder nach aussen und oben).

7) Sind es die Intercostales externi oder interni oder Levatores costarem breves, welche diese Wirkung ausüben?

Was die letzteren, die Levatores, betrifft, so meinen B. und M. (l. c. p. 280): dass zwar auch bei Thieren viele Muskelfasern von dem Proc. transversus zur nächst unteren Rippe gehen, dass diese aber nicht wohl von den Fasern des Intercostalis externus unterschieden werden können; denn sie bilden nicht, wie beim Menschen, besondere pyramidale Bündel, welche scharf begrenzt und schiefer gerichtet sind als die Fasern des Intercostalis externus; die Levatores costarum breves seien daher dem Menschen eigenthümliche Muskeln, wahrscheinlich dazu bestimmt, das seitliche Gleichgewicht des Rumpfes zu erhalten u. s. w.

Unsere Untersuchungen an Kaninchen widersprechen auch dieser Behauptung. So oft wir bei den genannten Thieren mit Sorgfalt die Rückenmuskeln von den Rippen abtrennten, immer boten sich, selbst ohne weitere Präparation, in den hintersten Partieen der Intercostalräume ziemlich dicke, kegelförmige Muskelbündel dar, welche, von dem Proc. transversus entspringend und an den oberen Rand der nächst unteren Rippe sich anheftend, eine vollkommen scharfe Begrenzung zeigten, und deren vordere Partie sich unter einem merklich spitzeren Winkel als die Bündel des Intercostalis externus an die nächstuntere Rippe ansetzte.

Ueber ihre Function beim Athmen belehrt uns folgender Versuch.

Exp. XIV. *A.* Den 31. Juli werden einem mittelgrossen, weissen, weiblichen Kaninchen, das auf der linken Seite liegt und

in dieser Lage befestigt ist, die Rippen und Intercostalräume der rechten Thoraxhälfte blossgelegt, der Scalenus major durchschnitten und die Rückenmuskeln von der vierten bis neunten Rippe abgelöst. Nach Vollendung dieser Operation sah man weder eine Bewegung der Rippen noch eine Zusammenziehung des (dicht an seiner Insertion durchschnittenen) Scalenus.

B. Nachdem aber der rechte Thorax eröffnet worden, beobachtet man:

a) Vermehrung der Athemzahl; und bei jeder Einathmung
b) Verkürzung des Scalenus;
c) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;
d) deutliche Auf- und Auswärtsbewegung der neunten bis zwölften, während die siebente und achte Rippe nur an ihren hinteren Enden eine schwache Bewegung nach oben machen;
e) Hervortreten und Hartwerden der an das Brustbein grenzenden Bündel der Mm. intercostales interni (Mm. intercartilaginei) von der ersten bis zur sechsten Rippe;
f) Verkürzung der zwischen vierter bis neunter Rippe blossgelegten Levatores costarum breves; sie heben den aufgelegten Finger und werden härter.

C. Hierauf Isolirung der fünften und sechsten Rippe, indem die Intercostalräume zwischen vierter und fünfter und zwischen sechster und siebenter Rippe durchschnitten werden. Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) Bewegung der sechsten Rippe gegen die fünfte;
b) Hervorspringen der Bündel an den zwischen beiden ausgespannten Intercostales externi; der Intercostalraum wird gewölbt und hart; die Erhabenheit befindet sich zunächst der oberen Rippe, darunter eine ihr parallele Rinne;
c) sehr starke Aufwärtsbewegung der vierten; auch der zwischen dieser und der dritten Rippe befindliche Intercostalraum zeigt die sub *b.* erwähnten Erscheinungen.

D. Hierauf Durchschneidung des M. intercostalis externus zwischen fünfter und sechster Rippe. — Die Aufwärtsbewegung der sechsten Rippe dauert fort, — verschwindet aber, nachdem auch der entsprechende Levator costae durchschnitten ist.

E. Die Bewegung der neunten bis zwölften Rippe dauert auch nach Abtragung der rechten Zwerchfellshälfte fort.

Aus diesem Versuch ersehen wir, nicht nur 1) dass die Levatores costarum bei den dyspnoëtischen Einathmungen dicker und härter werden, sondern auch 2) dass sie für sich allein die Rippen

zu heben vermögen; denn die Aufwärtsbewegung der sechsten Rippe dauerte fort, nachdem der Intercostalis externus durchschnitten war, und verschwand, als nach Durchschneidung des entsprechenden Levator nur noch der Intercostalis internus zurückblieb.

Diese Muskeln können daher von nun an mit Sicherheit als inspiratorische Rippenheber betrachtet werden. Das Gleiche gilt, wie die folgenden Versuche beweisen, von den Intercostales externi.

Exp. XV. Den 5. August werden einem grossen, schwarzen, weiblichen Kaninchen die Rippen und Intercostalräume der rechten Thoraxhälfte blossgelegt und die Rückenmuskeln von der dritten bis zwölften Rippe entfernt; hierauf dieselbe Thoraxhälfte zwischen zweiter und dritter Rippe eröffnet und der Schnitt durch den ganzen Intercostalraum verlängert; dasselbe geschieht mit dem vierten Intercostalraum, so dass die dritte und vierte Rippe unter einander verbunden bleiben, von den übrigen Rippen aber vollkommen isolirt sind. Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) deutliche Aufwärtsbewegung der vierten bei Stillstand der dritten;

b) der Raum zwischen beiden wird gewölbt und härter, und es treten die Muskelbündel am Intercostalis externus als erhabene Längstreifen hervor; eben so wird

c) der an die vierte Rippe gehende Levator dicker und härter.

B. Nach Durchschneidung des Levator costae dauert die Aufwärtsbewegung der vierten Rippe fort; sie verschwindet erst, nachdem auch der Intercostalis externus durchschnitten ist.

Exp. XVI. Den 11. August werden einem mittelgrossen, schwarzen, sehr muskulösen, männlichen Kaninchen die Rippen und Intercostalräume der rechten Thoraxhälfte blossgelegt, die Rückenmuskeln von der neunten bis zwölften Rippe abgelösst, der Intercostalraum zwischen achter und neunter Rippe vollständig durchschnitten, endlich auch die rechte Bauchwand und die gleichnamige Zwerchfellshälfte von den unteren Rippen abgetrennt. Von den zwischen der neunten bis zwölften Rippe befindlichen Muskeln hatte man überdies blos die kleinen rhomboidalen Intercostales externi, die Levatores costarum und Intercostales interni stehen gelassen.

Man beobachtete bei jeder Inspiration:

a) Stillstand der neunten Rippe;

b) Auf- und Auswärtsbewegung der zehnten bis zwölften;

c) Zusammenziehung der Levatores costarum;

d) desgleichen der Intercostales externi, diese werden kürzer und schwellen an ihrem unteren muskulösen Ende deutlich an, während sie bei jeder Ausathmung länger werden und sich abflachen.

B. Nach Durchschneidung des Levator zwischen neunter und zehnter Rippe wird die zehnte doch noch, wenn auch nicht mehr so stark, gehoben; dabei immer deutliche Wölbung der unteren Hälfte des über ihr befindlichen Intercostalis externus.

C. Nach Durchschneidung des Intercostalis externus zwischen neunter und zehnter Rippe bleibt die zehnte still stehen, während die elfte und zwölfte deutlich gehoben werden.

Es sei uns erlaubt, hier Einiges zur Anatomie der Intercostales externi beim Kaninchen zu bemerken.

Als einen Grund für ihre Behauptung, dass die Intercostalmuskeln Expiratoren seien, führen B. und M. „die Continuität der Fasern der Obliqui und der Intercostalmuskeln zwischen zehnter bis zwölfter Rippe“ an; sie betrachten hiernach die Intercostalmuskeln der beiden letzten Intercostalräume als directe Fortsetzungen der schiefen Bauchmuskeln. Und doch ist nichts leichter, als sich vom Gegentheil auch dieser Behauptung zu überzeugen. Denn die Obliqui externi heften sich (beim Kaninchen) mit deutlich abgegrenzten, über das Niveau der Intercostalräume erhabenen Zacken nicht nur an die dritte bis neunte, sondern auch an die zehnte bis zwölfte Rippe. Die Obliqui interni aber gehen zwar ohne deutliche Grenze in die Intercostalräume der untersten Rippen über, aber die mit ihnen in einer Ebene liegenden Intercostalbündel gehören weder zu den Intercostales externi noch zu den Intercostales interni. Diese Muskelbündel, welche der Längenachse des Körpers fast parallel verlaufen und mit den Rippenrändern fast rechte Winkel bilden, füllen die vordere Hälfte der Intercostalräume zwischen neunter bis zwölfter Rippe aus und liegen in derselben Ebene mit den Fasern des weiterhin zu beschreibenden Serratus posticus, von denen sie indess durch eine deutliche Grenze geschieden sind. — Erst wenn man diese Muskelschicht, welche aus den Fasern des Serratus posticus und den Intercostalfasern des Obliquus internus besteht, entfernt hat, erblickt man im hintersten Theile des Intercostalraums eine dünne Lage von kurzen Muskelbündeln, welche in der Richtung von vorn und unten nach hinten und oben verlaufen (also in derselben Richtung, wie die Fasern der Intercostales externi, welche den Intercostalräumen der ersten bis achten Rippe angehören). Um diese Muskeln, welche einen sehr kleinen Theil des Intercostalraums

einnehmen, in ihrer ganzen Ausdehnung zu übersehen, muss man ausserdem noch die Rückenmuskeln entfernen. Sie zeigen dann eine rhomboidale Gestalt und bestehen aus einem unteren dickeren muskulösen und einem oberen dünneren sehnigen Theil. — Dass sie allein als Intercostales externi zu betrachten seien, dafür sprechen, ausser dem geschilderten anatomischen Verhalten, eben die oben angeführten Versuche. Dagegen ist es uns nie gelungen, selbst während der kräftigsten Einathmungen eine Spur von Zusammenziehung an jenen Muskelbündeln wahrzunehmen, welche wir eben als eine Fortsetzung des Obliquus internus beschrieben haben.

Weniger einfach lautet unsere Antwort auf die Frage, ob die Intercostales interni als Rippenheber wirken.

Aus den beiden zuletzt angeführten Versuchen haben wir ersehen, dass in dem einen die vierte, in dem anderen die zehnte Rippe sofort still stand, als der zugehörige Levator und Intercostalis externus durchschnitten war. Und doch war in beiden Fällen der entsprechende Intercostalis internus unversehrt geblieben!

Dass dieses Resultat kein zufälliges war, lehrt der folgende Versuch, in welchem wir unser Augenmerk vorzugsweise auf die Intercostales interni richteten.

Exp. XVII. Den 13. August. Grosses, graues, männliches Kaninchen. Blosslegung der Rippen des rechten Thorax und Entfernung der Rückenmuskeln von der siebenten bis zwölften Rippe. Hierauf Durchschneidung des Intercostalraums zwischen siebenter und achter Rippe. Danach vollkommener Stillstand der achten Rippe.

B. Hierauf Ablösung des Zwerchfells und der Bauchwand von den unteren Rippen des rechten Thorax, so dass die achte bis zwölfte nur noch mit dem Brustbein, der Wirbelsäule und unter einander zusammenhängen; und, nach Eröffnung auch des rechten Thorax, künstliche Respiration.

Man beobachtet nun bei den tiefen Einathmungen:

a) Aus- und Aufwärtsbewegung der neunten bis elften Rippe (die zwölfte wurde nicht beachtet);

b) Zusammenziehung (Verkürzung und Verdickung des muskulösen Theils) der rhomboidalen Intercostales externi zwischen achter und neunter so wie zwischen neunter und zehnter Rippe, und

c) deutliche Verdickung und Hartwerden des blossgelegten Levator zwischen zehnter und elfter Rippe (der Intercostalis

externus dieses Intercostalraums liess keine Veränderungen wahrnehmen);

d) Aufwärtsbewegung der zweiten bis siebenten Rippe und Contraction der Mm. intercartilaginei zwischen erster bis sechster Rippe.

C, Hierauf Abtragung des Intercostalis externus und Levator zwischen achter und neunter Rippe (mit Hülfe der Hohlsonde).

Danach Stillstand der neunten Rippe, auch nachdem der darunter liegende Intercostalraum durchschnitten ist.

D. Hierauf Abtragung des Intercostalis externus zwischen zehnter und elfter Rippe; der Levator bleibt stehen.

Mit jeder starken Einathmung deutliche Hebung der elften Rippe und Hartwerden des Levator, während die zehnte durchaus ruhig ist.

E. Endlich Isolirung der sechsten von der fünften Rippe, so dass die sechste und siebente unter einander verbunden bleiben und von den anderen getrennt sind, und Abtragung des Intercostalis externus und Levator, welche sich zwischen diesen beiden Rippen befinden.

Man sieht hierauf weder eine Bewegung der siebenten Rippe, noch eine Veränderung an dem zwischen ihr und der sechsten ausgespannten Intercostalis internus.

Während in den vorigen beiden Versuchen die vierte und zehnte Rippe still stehen trotz der Integrität der an ihren oberen Rand angehefteten Intercostales interni, sehen wir dasselbe hier an der neunten und siebenten unter denselben Bedingungen. Bedenken wir nun, dass die Muskelmasse des Intercostalis internus mindestens eben so gross ist, wie die des Levator, während seine Bündel sich unter einem viel günstigeren Winkel an die nächst untere Rippe inseriren als die des Levator, endlich dass sich nicht die geringsten Veränderungen, selbst während der tiefsten Inspirationen, an ihm wahrnehmen liessen, so erleidet es wohl keinen Zweifel, dass, wenigstens beim Kaninchen, die Intercostales interni im engeren Sinne nicht als Rippenheber zu betrachten sind.

Wir sagen, „im engeren Sinne“, da wir die zwischen den Knorpeln der ersten bis sechten Rippe ausgespannten Muskelbündel nicht zu den Intercostales interni rechnen, sondern mit Hamberger als besondere Muskeln betrachten. Wir wollen sie mit ihm als Mm. intercartilaginei bezeichnen. Der Grund für diese Scheidung ist zunächst ein anatomischer. Diese Muskeln

nämlich sind, wenigstens beim Kaninchen, nicht nur beträchtlich dicker als die angrenzenden Lagen der eigentlichen Intercostales interni, sondern es inseriren sich auch ihre Fasern unter einem augenscheinlich spitzeren Winkel an die nächst untere Rippe. — Ueber ihr physiologisches Verhalten belehren uns die folgenden Versuche.

Exp. XVIII. Den 10. Juli wurden einem grossen, grauen, weiblichen Kaninchen, welches man 45 Minuten nach 10 Uhr auf den Rücken gebunden hatte, beide Carotiden unterbunden und das grosse, Gehirn exstirpirt. Diese Operationen sind 5 Minuten nach 11 Uhr vollendet; die Blutung, trotz der Unterbindung, sehr reichlich. Das Thier ist, im Widerspruch zu den früheren Versuchen dieser Art, sehr unruhig, trotzdem selbst die geringste Reizung vermieden wird. 18 Minuten nach 11 Uhr wird ein 4 Linien langes, über 1 Linie breites Stück aus der vorderen Trachealwand entfernt. Nach wie vor dieser Operation ist die Athemzahl = 60. Man beobachtet bei jeder Einathmung an dem blossgelegten Thorax:

a) örtliche Einziehungen in den Intercostalräumen zwischen sechster bis elfter Rippe, die ersten beiden sind die tiefsten;

b) die dem Brustbein zunächst liegende Portion der Intercostales interni von der ersten bis sechsten Rippe tritt über das Niveau des Intercostalraums hervor, wird härter, die einzelnen Bündel deutlicher;

c) starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;

d) mässige Zusammenziehung der Scaleni.

Beim Ausathmen starke Abwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe (active Exspiration).

35 Minuten nach 11 Uhr ist die Anzahl der Athemzüge = 64; nach der bald darauf gemachten Durchschneidung beider Vagi = 40. Die Exspirationen werden immer länger und stärker.

Exp. XIX. Den 15. Juli. Grosses, graues, weibliches Kaninchen. 9 Minuten vor 11 Uhr auf den Rücken gebunden. 2 Minuten darauf 48 Respirationen. — 5 Minuten nach 11 Blosslegung der rechten Thoraxhälfte vollendet und gleich darauf Tracheotomie; 1 Minute hierauf 72, 3 Minuten später 120 Athemzüge in der Minute. — Nach Durchschneidung beider Laryngei inferiores (10 Minuten nach 11 Uhr) 124, nach Durchschneidung beider Vagi (13 Minuten nach 11) 44, 3 Minuten später 56 Athemzüge in der Minute. — Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) eine umschriebene Einziehung der Intercostalräume zwischen sechster bis zehnter Rippe, und

b) Hervortreten der dem Brustbein zunächst gelegenen Partie der Intercostales interni zwischen erster bis sechster Rippe; dieselbe wird ausserdem härter und die einzelnen Bündel deutlicher.

B. Gleich nachher Anstechung des rechten Thorax zwischen fünfter und sechster Rippe; man beobachtet nun: *a*) Aufwärtsbewegung der oberen, *b*) Auf- und Auswärtsbewegung der neunten bis zwölften Rippe, und *c*) Zusammenziehung der Scaleni.

C. Hierauf Isolirung der vierten und fünften, der sechsten und siebenten, der achten und neunten Rippe, nachdem vorher die Rückenmuskeln zwischen der vierten bis neunten Rippe entfernt worden. Man beobachtet sehr deutliche Aufwärtsbewegung der fünften, während die siebente und neunte Rippe nach auswärts und etwas nach oben bewegt werden. — Nachdem der rechte Thorax auf solche Weise über eine halbe Stunde eröffnet war, ist die Anzahl der Athemzüge = 28.

D. Hierauf Entfernung der mittleren Rippen des rechten Thorax und Ablösung des Mediastinum vom Brustbein, so dass man die linke Hälfte des Triangularis sterni übersehen konnte. Mit jeder der nun folgenden starken Ausathmungen sieht man an dem genannten Muskel die einzelnen Bündel hervortreten und fühlt ihn überdies dicker und härter werden.

Das Ergebniss dieser Versuche stimmt vollkommen mit dem überein, was Haller nach Setzung eines Respirationshindernisses beim Kaninchen beobachtet hat. (Opera minora. Tom. I. p. 274.) Sie beweisen, dass die Mm. intercartilaginei zwischen der ersten bis sechsten Rippe sich, nach Setzung eines Respirationshindernisses, während des Einathmens zusammenziehen. Ob diese Muskeln hingegen als Rippenheber wirken, ist weder durch die Untersuchungen Haller's noch durch die unserigen bestimmt ausgemacht. Jedenfalls muss ihre Wirkung in dieser Beziehung sehr gering sein, da in Exp. XVI. und XVII., wo sie neben den Intercostales interni in voller Integrität sich befanden, dagegen die Levatores und Intercostales externi durchschnitten waren, eine Aufwärtsbewegung der ihnen zugehörigen unteren Rippen nicht zu bemerken war*).

*) Häufig haben wir, beim Schreien der Thiere, nur diejenigen Stellen der oberen Intercostalräume, welche von den Mm. intercartilaginei ausgefüllt werden, sich beutelformig hervorwölben gesehen. Aber diese Hervortreibungen boten einen weit geringeren Widerstand dar, als derjenige ist, welchen die sich contrahirenden Inspirationsmuskeln zeigen, so dass wir den aus diesen Erscheinun-

8) Giebt es ausser den erwähnten Muskeln noch andere, welche bei Setzung eines Respirationshindernisses in Wirksamkeit treten?

Die Muskeln, welche Haller bei der Einathmung überhaupt sich zusammenziehen gesehen hat, sind:

1) die Intercostales, von denen bereits die Rede war, 2) die Scaleni (*Hi utique scaleni, et posteriores et anteriores magis, rectius costas levant, quoties cervix suas per proprias vires confirmata est. In vivo animale costam supremam elevare vidi.' Physiologie. Tom. VI. p. 82. edition. Holmian.*), 3) der Serratus antic. major (*Sed certo novi per vivorum animalium incisiones, posse musculi ejusdem partes diversas seorsim operari. p. 92).* Offenbar ungenügend dagegen sind die Thatsachen, welche er für die inspiratorische Wirksamkeit des Pectoralis anführt. *Satis memini, cum is mihi musculus ex rheumatico vitio doleret, spiritum me cum incommodo duxisse: videoque et a musculorum inter brachium et pectus morbo mediocrem suffocationem fere natam esse, et respirationem difficilem, quae vulneri brachialis nervi et musculi mastoidei inflammationi supervenerat, admoto ad nervum euphorbio sanatam fuisse. Denique saepe sum expertus, cum spiritum difficilius traherem, magnum me levamen sensisse, quando stabile aliquod corpus sursum protensis brachiis scapulisque cum humeris levatis apprehendebam.*

Nach den Beobachtungen von B. und M. können bei der Einathmung betheiligt sein: 1) die Scaleni; dieselben ziehen sich beim Hunde und Kaninchen unter normalen Bedingungen niemals zusammen; um sie zur Zusammenziehung zu bringen, müsse man beim Kaninchen das Zwerchfell abtragen; erst während der hierauf folgenden heftigen Inspirationen liesse sich die Zusammenziehung derselben feststellen. 2) Der Sternocleidomastoideus, dessen Verkürzung sich vorzugsweise beim weiblichen Geschlecht bemerken lasse; doch auch hier nur bei mühsamen Einathmungen, wie z. B. in asthmatischen Anfällen. 3) Der Trapezius, dessen Zusammenziehung ebenfalls nur bei heftiger Dyspnoë zu bemerken sei; es verkürze sich aber auch dann nur der obere Theil, welcher vom Hinterhaupt zur Clavicula und zum Acromion gehe. 4) Der Levator anguli scapulae. Obwohl weniger oberflächlich gelegen

---

gen gezogenen Schluss von B. und M., dass die Intercostalmuskeln exspiratorische seien, nicht als gültig anerkennen können, zumal die Fasern bei dieser Hervortreibung augenscheinlich sogar verlängert werden.

als der vorige, könne doch auch er bei mageren Menschen gesehen und gefühlt werden; doch sei seine Zusammenziehung ebenfalls nur bei asthmatischen Anfällen zu constatiren. 5) Der Serratus antic. major. Beim Hunde blossgelegt, bleibe er, während des normalen Athmens, durchaus ruhig; aber nach Abtragung des Zwerchfells beobachte man, während der darauf folgenden Inspirationen, nicht nur die Zusammenziehung der Scaleni und derjenigen Muskeln, welche das Schulterblatt heben, sondern auch die des Serratus. Ferner beobachteten sie die Zusammenziehung seiner unteren Zacken während der Inspiration bei einer einen hohen Grad von Dyspnoë darbietenden alten Frau in der Salpetrière. 6) Der Pectoralis major. Seine Zusammenziehung könne nur bei starken asthmatischen Anfällen wahrgenommen werden; und auch dann contrahire sich während der Einathmung nur derjenige Theil, welcher sich vom Humerus zur sechsten und fünften Rippe begebe; alle anderen Partieen blieben selbst bei den heftigsten Inspirationen durchaus ruhig. Dasselbe gelte 7) vom Pectoralis minor; auch dieser ziehe sich bei asthmatischen Anfällen nicht in seiner Ganzheit zusammen, sondern nur seine untere Hälfte. (Vergl. Archiv général. 4ème Sér. Tom. I. p. 284—95.)

Was unsere Beobachtungen an Kaninchen betrifft, so haben wir selbst beim höchsten Grad der Respirationsbehinderung weder den Pectoralis major und minor, noch den Serratus anticus major, noch die Sternocleidomastoidei, noch den Levator anguli scapulae, noch endlich den Trapezius während des Einathmens sich zusammenziehen sehen.

Als Belege für diese Behauptung dienen die folgenden Versuche.

Exp. XX. Den 24. Mai. Ein dunkel gefärbtes, grosses Kaninchen wird, nach Abtrennung des rechten Pectoralis major vom Brustbein und vom Thorax, so befestigt, dass man die rechte Brust in ihrer ganzen Ausdehnung übersehen kann, insbesondere den Scalenus major und Serratus anticus major.

Nach Anstechung des rechten Thorax und Contraction der entsprechenden Lunge während jeder Einathmung: starke Zusammenziehung des Scalenus bei vollkommener Ruhe des Serratus.

Man beobachtet dasselbe, nachdem auch noch die linke Thoraxhöhle vom Mediastinum aus eröffnet worden, also beide Lungen sich zusammengezogen hatten. Nur ist der Gegensatz im Verhalten beider Muskeln jetzt noch auffallender wegen der stärker gewordenen Zusammenziehungen des Scalenus.

Exp. XXI. Den 27. Mai. Ein mittelgrosses, weisses Kaninchen wird, nach Abtrennung des Pectoralis major dexter vom Sternum und von der Thoraxwand, so befestigt wie im vorigen Versuch. Hierauf

A. Blosslegung des Trapezius, Serratus anticus major und Anstechung beider Thoraxhälften. Man beobachtet:

Zusammenziehung des Scalenus bei vollkommener Ruhe des Pectoralis minor, Trapezius und Serratus major. Auch der blossgelegte Levator scapulae bleibt durchaus ruhig trotz der tiefen Einathmungen.

B. Hierauf künstliche Respiration. — So oft dieselbe unterbrochen wird, treten folgende Erscheinungen der Reihe nach auf:

a) zu den anfangs häufiger werdenden, aber noch flachen Zusammenziehungen des Zwerchfells gesellt sich

b) Aufwärtsbewegung der oberen, zu dieser

c) Aus- und Aufwärtsbewegung der vier unteren Rippen, und einige Augenblicke später

d) Zusammenziehung des Scalenus, des Sternohyo- und thyreoideus, endlich

e) die des Serratus posticus.

C. Hierauf Entfernung der Rückenmuskeln von der sechsten bis zwölften Rippe, Ablösung der rechten Bauchwand und der rechten Zwerchfellhälfte von den unteren Rippen und Durchschneidung des Intercostalraums zwischen achter und neunter Rippe. — Man beobachtet bei jeder tieferen Einathmung Stillstand der neunten, während die drei untersten Rippen mit nicht geringerer Stärke als vorher nach oben und aussen bewegt werden.

D. Hierauf Durchschneidung des sechsten Intercostalraums, so dass die siebente und achte Rippe mit einander verbunden bleiben und von den übrigen isolirt sind. — Man beobachtet Stillstand der siebenten, während die achte deutlich nach oben und aussen geht.

Zu bemerken ist noch, dass jedes Mal bald nach Wiederaufnahme der künstlichen Respiration auch die Zusammenziehungen der Scaleni, der vor der Luftröhre liegenden Muskeln und der Serrati postici verschwinden.

Exp. XXII. Den 28. Juli. Einem mittelgrossen, gelben Kaninchen wird, nach Eröffnung des Unterleibes, das Zwerchfell blossgelegt. — Man überzeugt sich von der gleichzeitigen Zusammenziehung aller Bündel; sie werden alle gleichzeitig kürzer; an den

Phrenosternales und Vertebrales bemerkt man überdies, dass sie dicker und härter werden.

B. Hierauf Blosslegung des rechten Serratus anticus und linken Pectoralis major und Anstechung der linken Zwerchfellshälfte. — Keiner von beiden zieht sich zusammen (i. e. bei der Inspiration). — Man erhält dasselbe negative Resultat, nachdem auch die rechte Zwerchfellshälfte angeschnitten ist, also beide Lungen sich zusammengezogen haben.

C. Hierauf künstliche Respiration. — So oft dieselbe unterbrochen wird, gesellt sich zur Aufwärtsbewegung der oberen Rippen:

> Zusammenziehung der Scaleni, der Sternohyo- und -thyreoidei, der Cricothyreoidei (wobei der vordere Theil des Ringknorpels nach aufwärts bewegt wird) und des Serratus posticus, während die Sternocleidomastoidei ruhig bleiben.

Als man die Sternohyo- und -thyreoidei durchschnitten hatte, gewahrte man noch rhythmische (mit jeder tiefen Einathmung zusammenfallende) Zusammenziehungen der oberen Hälfte dieser Muskeln.

Den Einwand, dass der Pectoralis major, Serratus major, Trapezius etc. sich trotz des bedeutenden Respirationshindernisses möglicherweise deshalb nicht zusammenzogen, weil dazu ein gewisser Grad von Spannung des Muskels nöthig ist, ein Grad, der in unseren Versuchen wegen der ungünstigen Lage des Thieres fehlen konnte, diesen Einwand beseitigen wir durch die einfache Erwähnung der bereits angeführten Thatsache, dass der Scalenus sich nach Setzung eines Respirationshindernisses auch dann zusammenzieht, wenn er von den Rippen vollständig abgelöst, also vollkommen erschlafft ist. Wir hatten demnach in den angeführten Versuchen eher einen zu hohen Grad von Spannung zu vermeiden, was übrigens durch die Annäherung der Insertionspunkte leicht zu bewerkstelligen war.

Aus diesen drei Versuchen ergiebt sich aber auch ein positives Resultat. Sie beweisen, wie man sieht: dass bei grösseren Respirationshindernissen zu der Action der Mm. intercartilaginei, der Intercostales externi, Levatores costarum und Scaleni sich die des Serratus posticus, der Sternohyo- und -thyreoidei und die der Cricothyreoidei gesellt.

Serratus posticus nennen wir denjenigen Muskel, dessen kurze Fasern sich einerseits an die grosse Fascie, welche die äussere Fläche des Sacrolumbalis bekleidend sich von den Darmbeinen bis in die Nähe des Hinterhaupts erstreckt und an die Process. spinosi

fast aller Wirbel befestigt ist, — andererseits an das hintere Drittheil der dritten bis zwölften Rippe inseriren. Diese Muskelbündel werden nach unten hin immer länger und horizontaler und auch dicker, insbesondere von der achten Rippe an; auch vermischen sich die Fasern dieser unteren nicht, wie die der (schief von hinten und oben nach vorn und unten verlaufenden) oberen, mit den Fasern der Intercostales externi. — Auch diesen Muskel kann man, wie den Scalenus, den Sternohyo- und -thyreoideus, sich auch dann noch zusammenziehen d. h. rhythmisch, gleichzeitig mit dem Zwerchfell, sich verkürzen sehen, wenn die Fascie parallel der Wirbelsäule durchschnitten und dadurch die Spannung der Muskelbündel aufgehoben ist.

9) Ist es eine bestimmte Reihenfolge, in der sich die eben aufgezählten Einathmungsmuskeln bei wachsendem Respirationshinderniss zusammenziehen?

Es stehen uns drei Mittel zu Gebote, die Ursache welche Erstickungserscheinungen hervorbringt, zu vergrössern, oder, mit anderen Worten, die Wechselwirkung zwischen atmosphärischer Luft und Blut zu vermindern:

a) die Verkleinerung der Athmungsfläche durch Anstechung der Brusthöhlen oder durch Infiltration des Lungengewebes;

b) die Verkleinerung der Lichtung der zu den Lungen führenden Kanäle oder die Verengerung der Stimmritze;

c) die künstliche Respiration oder vielmehr die zeitweise Unterbrechung derselben.

Durch die Vereinigung von *a*. und *b*. lässt sich die für die Lösung der obigen Frage nothwendige Erstickungsscala herstellen. Wie man sich erinnern wird, war der erste Versuch an einem Thiere angestellt worden, dem wir einige Wochen vorher die Nn. laryngei inferiores darchschnitten hatten und dessen Lungen wir, nach dem Tode, an vielen Stellen luftleer fanden. Die hier gesetzten Hindernisse (die Infiltration des Gewebes und die Verengerung der Stimmritze) hatten nur die Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe zur Folge. Die Zusammenziehung der Scaleni gesellte sich erst dann hinzu, nachdem wir durch Eröffnung einer Brusthöhle das bereits vorhandene Respirationshinderniss noch vergrössert hatten.

Ist nun diese Reihenfolge eine sich stets gleich bleibende, d. h. ziehen sich bei allmälig wachsendem Respirationshinderniss die

eigenthümlichen Heber der oberen Rippen immer früher als die Scaleni zusammen?

Exp. XXIII. Den 23. Juli. Grosses, weisses Kaninchen. Blosslegung der rechten Brusthälfte, mit Schonung des Scalenus und der Rückenmuskeln.

A. Man beobachtet, nach Durchschneidung des M. obliq. extern. abdom. längs seiner Rippeninsertionen, dass der an den Rippen zurückgebliebene Theil desselben sich bei der Einathmung verlängert, bei der Ausathmung verkürzt, während an dem durchschnittenen Pectoralis keine solche rhythmische Zusammenziehungen sichtbar sind.

Die nach vollendeter Präparation bei jeder Einathmung zu beobachtenden Erscheinungen sind (indem das Thier 88 Athemzüge in der Minute macht):

a) Vorwärtsbewegung des Knorpels der neunten Rippe;
b) örtliche Vertiefungen der Intercostalräume zwischen sechster bis zehnter Rippe bei jeder Einathmung;
c) Stillstand aller blossgelegten Rippen;

B. Bei Zusammendrückung des unteren Theiles des Abdomens:
a) stärkere Einziehungen an den genannten vier Intercostalräumen,
b) Aufwärtsbewegung der dritten, vierten und fünften Rippe, bei
c) Stillstand der übrigen, und
d) Ruhe des Scalenus.

C. Nach Durchschneidung der Vagi:
a) 52 Athemzüge;
b) starke Einziehungen an den Intercostalräumen zwischen sechster bis zehnter,
c) Aufwärtsbewegung der zweiten bis fünften Rippe;
d) Stillstand der unteren Rippen mit Ausnahme der zehnten, welche der neunten ein wenig genähert wird (offenbar durch die starke Einziehung des zwischen beiden befindlichen Intercostalraums!);
e) geringe Zusammenziehung des Scalenus.

D. Nach Anstechung des linken Thorax 44 Athemzüge (kurz vor der Anstechung 48) und stärkere Zusammenziehungen der Scaleni, sonst dieselben Erscheinungen.

Exp. XXIV. Den 18. Juni. Ein sehr grosses, graues Kaninchen. Es wird 13 Minuten nach 9 Uhr auf den Rücken gebunden; 4 Minuten darauf 140 Athemzüge. — 23 Minuten nach 9 Uhr,

nach Blosslegung des Pectoralis major dexter und des grössten Theils der vorderen rechten Bauchwand, = 132.

Auch hier beobachtete man, wie in früheren Versuchen, nach Durchschneidung des Obliq. extern. längs seiner Rippeninsertionen, dass das an den Rippen zurückbleibende Stück sich beim Einathmen verlängert, beim Ausathmen verkürzt, während an dem durchschnittenen Pectoralis und Serratus anticus keine solche rhythmischen Zusammenziehungen wahrzunehmen sind.

Nach Blosslegung der Rippen bis zur zwölften und des Scalenus, welche 51 Minuten nach 9 Uhr vollendet war, beobachtet man Stillstand aller Rippen.

B. 5 Minuten vor 10 Uhr Durchschneidung beider Vagi. Athemzahl = 60; 1 Minute darauf nur noch = 40; ausserdem beobachtet man bei jeder Einathmung:

a) umschriebene Einziehungen der Intercostalräume zwischen der sechsten bis zehnten Rippe;

b) Einwärtsbewegung der vorderen Enden der siebenten und achten Rippe;

c) Vorwärtsbewegung der Knorpel der neunten und zehnten.

C. Beim Zusammendrücken des Unterleibes kommt zu den genannten Erscheinungen: Aufwärtsbewegung der vierten und fünften Rippe.

D. Nach Anstechung des linken Thorax: Aufwärtsbewegung der dritten bis fünften Rippe.

E. Nach Anstechung des rechten Thorax:

a) starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe incl.;

b) Auf- und Abwärtsbewegung der neunten bis zwölften:

c) nur geringe Bewegung der siebenten und achten, zumal der siebenten;

d) starke Zusammenziehung der Scalenus.

F. Nach Durchschneidung des Scalenus und Ablösung der rechten Zwerchfellshälfte von den Rippen Fortdauer dieser Erscheinungen.

Man beobachtet sowohl sub *E.* als sub *F.*, dass bei jeder tiefen Einathmung die Spitze des Knorpels der neunten Rippe auf der achten, die Spitze des Knorpels der zehnten auf der neunten Rippe um mehrere Linien nach auswärts (in der Richtung vom Brustbein nach der Wirbelsäule) gleitet.

Auch in diesen beiden Versuchen zeigte sich eine Aufwärtsbewegung der dritten bis fünften Rippe, bevor die Scaleni sich

zusammenzuziehen anfingen. Und vollkommen übereinstimmend mit diesem ist das Ergebniss zweier weiter unten folgenden Versuche, in denen wir, nach Abtragung der grossen Hirnhemisphären, dieselben Respirationshindernisse setzten und unsere Aufmerksamkeit ebenfalls vorzüglich auf die Reihenfolge der Erstickungserscheinungen richteten.

In den beiden eben mitgetheilten Versuchen beobachtete man ausserdem, nach Durchschneidung des Obliquus externus längs seiner Rippeninsertionen, eine mit jeder Ausathmung zusammenfallende Zusammenziehung der an den Rippen zurückgebliebenen Portion dieses Muskels. Fügen wir hinzu, dass diese Erscheinung sich immer beobachten liess, auch beim ruhigsten Athmen, so oft wir, wie in den oben angeführten Versuchen, das Thoraxstück des Obliquus externus eine Zeit lang stehen liessen, so sind wir berechtigt, es in Abrede zu stellen, dass die gewöhnliche Ausathmung *(Exspiration simple)* lediglich durch die Zusammenziehung der bei der Einathmung ausgedehnten elastischen Gebilde des Athmungsorgans bedingt sei, wenigstens beim Kaninchen.

Exp. XXV. Den 2. Juli. Mittelgrosses, dunkelgefärbtes, männliches Kaninchen. Blosslegung des rechten Thorax mit Schonung des Scalenus und der Rückenmuskeln. — Einspritzung einer wässerigen Lösung von Gummi arabicum in kleinen Portionen (in die Luftwege).

Man beobachtet nach den ersten Portionen:

a) Vermehrung der Athemzahl;

b) starke Einziehung an den Intercostalräumen zwischen siebenter bis zehnter Rippe;

c) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe.

Bei den folgenden Einspritzungen wurden die Einziehungen immer stärker, die Aufwärtsbewegung der oberen Rippen immer beträchtlicher.

Dazu kam endlich Zusammenziehung des Scalenus, welche fortdauert, auch nachdem er längs seiner Rippeninsertionen durchschnitten ist.

Die unteren Rippen (siebente bis zwölfte) verhielten sich während dessen durchaus ruhig.

Nach vollendeter Einspritzung von etwa 6 Drachmen Flüssigkeit Eröffnung der rechten Brusthälfte, worauf die Zusammenziehung der Scaleni noch stärker wurde.

Endlich künstliche Respiration. Sobald diese ausgesetzt wurde: Anfangs bloss Aufwärtsbewegung der oberen Rippen, dann erst

Verkürzung der Scaleni, zu welcher sich endlich, nach Ablösung der rechten Zwerchfellshälfte, die Aufwärtsbewegung der unteren Rippen gesellt.

Es erleidet hiernach keinen Zweifel, dass bei allmälig wachsendem Respirationshinderniss zuerst die eigenthümlichen Heber der oberen Rippen und darauf erst die Scaleni in Wirkung treten.

Dagegen war es uns bis jetzt unmöglich, über die Reihenfolge, in der sich die Heber der unteren Rippen und die Scaleni zusammenziehen, ins Klare zu kommen.

Exp. XXVI. Den 17. August. Mittelgrosses, schwarzes Kaninchen. Blosslegung der Rippen und Intercostalräume auf der rechten Seite. Schonung des Scalenus und der Rückenmuskeln. Das Thier liegt auf der linken Seite, so dass die rechte vollständig übersehen werden kann.

A. Durchschneidung des Intercostalraums zwischen sechster und siebenter Rippe rechterseits. Man beobachtet bei jeder Einathmung:

a) Stillstand der siebenten Rippe;

b) Einziehung ihres vorderen Endes;

c) sehr geringe Bewegung der achten,

d) sehr deutliche Auf- und Auswärtsbewegung der neunten bis zwölften,

e) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;

f) Zusammenziehung des Scalenus.

B. Hierauf Eröffnung des linken Thorax vom Mediastinum aus. Künstliche Respiration. Loslösung des Zwerchfells und der Bauchwand von den sechs untersten Rippen der rechten Thoraxhälfte. Man beobachtet, sobald die künstliche Respiration unterbrochen wird:

a) Auf- und Auswärtsbewegung der neunten bis zwölften,

b) geringe Auswärtsbewegung der achten,

c) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe.

Hierzu kommt nach mehreren Athemzügen: Zusammenziehung des Scalenus und der vor der Luftröhre liegenden Muskeln. Endlich: Verkürzung des Serratus posticus.

Diese Reihenfolge wird mehrere Male in derselben Weise beobachtet.

Exp. XXVII. Den 28. August. Grosses, graues, weibliches Kaninchen. Blosslegung des rechten Thorax, wie im vorigen Versuch. Eröffnung beider Brusthöhlen und Einleitung der

künstlichen Respiration. So lange dieselbe unterhalten wird, bemerkt man Eolgendes:

a) der Thorax wird während der Einblasung verengert und nach der Einblasung erweitert;

b) die Athemzüge folgen sich in dem Grade schneller oder langsamer, je nachdem häufiger oder seltener eingeblasen wird, oder mit anderen Worten: die Anzahl der Thoraxbewegungen, welche das Thier macht, richtet sich genau nach der Anzahl der Einblasungen;

c) während jeder Einathmung Aufwärtsbewegung der oberen und Auf- und Auswärtsbewegung der unteren Rippen, bei vollständiger Ruhe des Scalenus.

Sobald dagegen die künstliche Respiration unterbrochen wird, werden die Athemzüge häufiger, und es gesellt sich zu den Bewegungen der Rippen die Zusammenziehung des Scalenus und der vor der Luftröhre liegenden Muskeln und die des Serratus posticus.

Diese Reihenfolge bleibt auch dann dieselbe, nachdem die Bauchmuskeln und das Zwerchfell von den Rippen abgelöst sind.

Verlängerte man eine Einblasung, so dass die Lungen etwa eine halbe Minute lang aufgebläht blieben, so nahmen die Ausathmungsbewegungen auffallend an Länge und Kraft zu.

Alles dies hörte auf, nachdem man die Vagi durchschnitten hatte. Die Anzahl der Athemzüge blieb alsdann fast ohne Schwankung = 32, mochte man doppelt so viel oder weniger Einblasungen machen oder die Einblasungen in der angegebenen Art verlängern.

Während in diesen Versuchen die Zusammenziehung der Heber der untersten Rippen früher eintrat als die der Scaleni, beobachtete man das Umgekehrte in dem folgenden Versuche†).

Exp. XXVIII. Den 1. September. Ein grosses, weisses Kaninchen, welches durch Einspritzung einer Quantität Opiumlösung in den After betäubt war, machte:

---

†) Dieser Versuch ist, wie auf der Hand liegt, nicht bloss für die hier zu lösende Frage von Bedeutung. Er zeigt 1) dass Kaninchen, bei mässiger Ventilation ihrer Lungen, auf jede Einblasung mit einer Exspiration antworten; 2) dass diese Exspiration eine durch Erregung pulmonaler Vagus-Fasern hervorgerufene Reflexbewegung ist. Wir werden später sehen, dass die Sache sich anders verhält, wenn der die pulmonalen Vagus-Fasern treffende Reiz nicht, wie in dem obigen Versuch, ein rein mechanischer, sondern ein zugleich mechanischer und chemischer ist, d. h. dass die Thiere auf jede Einblasung mit einer Inspiration antworten, wenn das eingeblasene Gasgemenge reich an Kohlensäure ist.

nach dem Hautschnitt . . . . 32 Athemzüge in d. Min.
nach Blosslegung des rechten Thorax 32 „
nach Anstechung „ „ „ 100 „

Nach letzterer Operation beobachtet man bei jeder Einathmung:

a) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe (incl.);
b) Zusammenziehung der hinteren Partie des Scalenus;
c) Zusammenziehung der Mm. Cricothyreoidei;
d) Stillstand der unteren Rippen.

Drei Minuten nach Anstechung des rechten Thorax betrug die Athemzahl nur noch 76.

Nach Eröffnung auch der linken Brusthöhle, also nach der Zusammenziehung beider Lungen:

a) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;
b) starke Zusammenziehung des Scalenus;
c) ebensolche der Cricothyreoidei;
d) sehr deutliche Auf- und Auswärtsbewegung der neunten bis zwölften Rippe;
e) Zusammenziehung der vor der Luftröhre liegenden Muskeln;
f) so wie die der Scaleni.

Ein gleiches Ergebniss liefern mehrere bereits mitgetheilte und einige später mitzutheilende Versuche.

Den Grund dieser Verschiedenheiten zu ermitteln, waren wir, trotz der darauf gerichteten Aufmerksamkeit, nicht im Stande.

Wir können also für jetzt nur so viel behaupten: dass die Heber der unteren Rippen, bei allmälig wachsendem Respirationshinderniss, sich eben so wie die Scaleni immer später zusammenziehen als die eigenthümlichen Heber der oberen Rippen. Ganz dasselbe gilt von dem Sternohyo- und -thyreoideus und vom Serratus posticus (s. Exp. XXVII).

10) Nach Entfernung des grossen Gehirns ruft ein Athmungshinderniss dieselben Erscheinungen am Respirationsapparat hervor als bei vollkommener Integrität des Nervensystems.

Dass das Centrum der Athmungsnerven oder vielmehr der Theil des Cerebrospinalsystems, von welchem die motorischen Nervenfasern der beim Ein- und Ausathmen betheiligten Muskeln entspringen, sich in der Medulla oblongata befinde, hat zuerst Legallois gezeigt; denn der von Longet erwähnte Versuch Galen's: *Si post secundam aut primam vertebram aut in ipso spinalis medullae principio sectionem ducas, repente animal corrum-*

pitur, wäre eben so geeignet als nicht geeignet, zu beweisen, dass das Centrum der Herznerven in der Medulla oblongata liege, und dasselbe gilt von dem ebenfalls bei Longet citirten Versuche Lorry's.

„Nicht vom gesammten Gehirn", sagt Legallois, „hängt das Athmen ab, sondern von einem ziemlich umschriebenen Ort des verlängerten Markes, welcher in geringer Entfernung vom Hinterhauptsloche und um den Ursprung des achten (jetzt zehnten) Nervenpaares gelegen ist Denn entfernt man nach Eröffnung des Schädels bei einem jungen Kaninchen das Gehirn schichtweise von vorn nach hinten, so kann man in dieser Weise das ganze grosse und kleine Gehirn und einen Theil der Medulla oblongata wegschneiden ohne Beeinträchtigung des Athmens. Dieses hört plötzlich auf, sobald man die Schicht, in welche sich das achte Paar inserirt, entfernt."

Diese Beobachtung ist von Flourens und Longet (von Letzterem an jungen Hunden, Système nerveux Tom. I. p. 395) durchaus bestätigt worden.

Aus den Versuchen Flourens' folgt überdies, dass die Stelle, welche als Mittelpunkt der motorischen Nerven des Einathmungsapparats zu betrachten ist, bei Kaninchen etwa eine Linie oberhalb des Ursprungs der Nn. vagi beginnt und sich von da ungefähr drei Linien weit nach unten erstreckt, also etwa vier Linien im Längendurchmesser hat.

A priori nun können die von diesem, wie von jedem anderen Nervencentrum, ausgehenden motorischen Fasern auf dreierlei Weise in Thätigkeit gesetzt werden: *a*) durch directe Reizung des Respirationsnervencentrums, *b*) durch Reizung der centripetalen Fasern, welche sich in dieses Centrum einsenken, *c*) durch Reizung dieses Centrums von einem anderen Centrum aus.

Dass wir willkürlich einzuathmen, d. h. vom grossen Gehirn aus das System der inspiratorischen Nerven in Thätigkeit zu setzen vermögen, ist Jedem aus eigener Erfahrung bekannt.

Es lässt sich daher recht wohl die Frage aufwerfen, ob nicht die Vermehrung der Anzahl der Athemzüge und die anderen Erscheinungen, welche wir bei Setzung eines Respirationshindernisses wahrnehmen, die Wirkung einer vom grossen Gehirn auf das Athmungsnervencentrum ausgeübten Reizung sei, indem das grosse Gehirn selbst durch das in Folge des Respirationshindernisses eintretende Gefühl von Beklemmung, Oppression etc. zu dieser Thätigkeit bestimmt werde.

In der That ist auch diese Ansicht von der Entstehung der Erstickungserscheinungen die gegenwärtig vielleicht ausschliesslich geltende.

So sagt Lotze (Allg. Pathologie und Therapie S. 239): „Verschiedene Hemmungen des Lufteintritts, in der asthmatischen Zusammenziehung der Stimmritze, der Anfüllung der Bronchien durch Exsudate, Compression der Trachea durch Geschwülste, der Lungen durch Wasser begründet, erwecken, indem das Bedürfniss der Athmung durch die sensiblen Nerven zum Bewusstsein gebracht wird, heftige Anstrengungen, um durch Beihülfe sonst nicht angewendeter Muskeln und Stellungen den Eintritt der Luft zu erleichtern und zu erzwingen."

Um die Richtigkeit dieser Ansicht zu prüfen, haben wir die folgenden Versuche unternommen.

Exp. XXIX. Den 3. Juli wurden einem grauen, mittelgrossen, weiblichen Kaninchen die Hemisphären des grossen Gehirns sammt den Corpor. striata exstirpirt und darauf die Rippen der linken Brusthälfte mit Schonung der Scaleni und Rückenmuskeln blossgelegt. Zwei Minuten nach dieser Präparation betrug die Anzahl der Athemzüge 108, dieselben waren durchaus regelmässig; gleichzeitig bemerkt man *a*) geringe Aufwärtsbewegung der dritten, vierten, fünften Rippe; *b*) Vorwärtsbewegung des Knorpels der neunten; *c*) geringe Einziehung des siebenten und achten Intercostalraums.

B. Hierauf Anstechung des rechten Thorax, bei welcher das Thier aufschreit (was Kaninchen mit unversehrtem grossen Gehirn bei dieser Operation nicht thun). Kurz vor der Anstechung 104 Athemzüge. Gleich nach derselben:

a) 140 Athemzüge in der Minute; während jeder Einathmung:
b) Einziehung des Knorpels der siebenten und achten Rippe;
c) stärkere Einziehung der Intercostalräume zwischen siebenter und achter, achter und neunter, dazu Einziehung zwischen neunter und zehnter,
d) starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe (incl.);
e) starke Zusammenziehung der Scaleni, bei
f) Stillstand der unteren Rippen.

C. Hierauf Durchschneidung der Vagi; kurz vor derselben war die Athemzahl auf 180 gestiegen.

Nach der zuerst vorgenommenen Durchschneidung des linken Vagus sank sie sofort auf 76, betrug aber eine Minute nachher wieder 120.

Nach Durchschneidung beider Vagi = 40,
eine Minute später . . . . = 52;

gleichzeitig sind die erwähnten Erscheinungen am Thorax stark ausgeprägt; durch die Einziehung des Knorpels der siebenten und achten Rippe wird der Querdurchmesser des Thorax vorn unterhalb des Brustbeins um ein Beträchtliches verkleinert; endlich sieht man ausser den Scaleni auch die auf der Luftröhre liegenden Muskeln sich contrahiren.

Drei Minuten nach der Durchschneidung der Vagi war die Anzahl der Athemzüge immer noch = 52.

D. Hierauf wird eine etwa 4 Linien lange und über eine Linie breite Oeffnung in der vorderen Wand der Luftröhre gemacht; aber auch hiernach bleibt die Athemzahl, selbst noch drei Minuten nach der Operation, = 52, bei Fortdauer der dyspnoëtischen Erscheinungen am Thorax und am Halse.

E. Endlich Anstechung auch des linken Thorax. Das Thier geht unter denselben Erscheinungen zu Grunde, wie Thiere, welche, im Besitze von grossen Hemisphären, ersticken. Nämlich zuerst: *a*) Eintritt activer Exspirationen (starke Abwärtsbewegung der oberen, starke Einwärtsbewegung der unteren Rippen und Hartwerden der Bauchwände), welche *b*) allmälig immer stärker und länger, und endlich *c*) anhaltend werden, nur noch selten von einer Einathmung unterbrochen und mit Streckung des Rumpfes verbunden.

In dem folgenden Versuch wurden ausser den grossen Hemisphären und den Corpora striata auch die Thalami nervor. opticor. entfernt, ohne dass der Erfolg ein anderer ist.

Exp. XXX. Den 4. Juli wurde einem gelben, mittelgrossen, männlichen Kaninchen, welches 2 Minuten nach dem Aufbinden 120 Athemzüge in der Minute machte, das grosse Gehirn mit Einschluss der gestreiften Körper und Sehhügel unter geringer Blutung entfernt. Das Thier befindet sich hierauf in einem dem Schlaf ähnlichen Zustande und macht 72, etwas tiefere, aber regelmässige Athemzüge in der Minute. Hierauf

B. Blosslegung des rechten Thorax bis zur zwölften Rippe mit Schonung des Scalenus und der Rückenmuskeln; dagegen wird die Bauchwand längs des Randes der falschen Rippen und längs des unteren Randes der zwölften Rippe abgelöst.

Die Athemzahl = 60 bei Stillstand aller Rippen.

C. Nach der gleich darauf gemachten Anstechung des linken Thorax war sie auf 140 gestiegen, und gleichzeitig beobachtete man am rechten Thorax bei jeder Einathmung:

a) geringe Aufwärtsbewegung der dritten, vierten, fünften Rippe, und

b) Einziehung der Intercostalräume zwischen siebenter und achter,, uchter und aeunter, neunter und zehnter, die letztere Einziehung ist am tiefsten.

Etwa drei Minuten nach der Anstechung war die Athemzahl nur noch 84, und fünf Minuten darauf nur noch 70, endlich acht Minuten nachher, nach Blosslegung des rechten Vagus, wieder 92.

D. Nach Durchschneidung des rechten Vagus 72 und nach Durchschneidung des linken Vagus 36 Athemzüge. Eine Minute darauf 52. Gleichzeitig beobachtet man bei jeder Einathmung:

a) Einwärtsbewegung des vorderen Endes der siebenten und achten Rippe;

b) Einziehung der Intercostalräume zwischen siebenter und achter, achter und neunter, neunter und zehnter Rippe;

c) sehr schwache Aufwärtsbewegung der zweiten, dritten, vierten und fünften Rippe, dagegen

d) starke Wölbung der zwischen den Knorpeln befindlichen Portion der Mm. intercostales interni zwischen erster und zweiter, zweiter und dritter, dritter und vierter, vierter und fünfter Rippe, bei vollständiger Ruhe des Scalenus.

Fünf Minuten nach Durchschneidung der Nn. vagi war die Anzahl der Athemzüge immer noch = 52, und nach der gleich hierauf gemachten

E. Anstechung auch des rechten Thorax = 48; gleichzeitig beobachtet man an demselben:

a) starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;

b) starke Zusammenziehung des Scalenus;

c) Einwärtsbewegung des vorderen Endes der siebenten, achten und neunten Rippe, wogegen

d) die Einziehung an den Intercostalräumen zwischen siebenter und achter, achter und neunter, neunter und zehnter Rippe kaum noch wahrnehmbar ist, und

e) bei der Ausathmung Abwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe.

Trotz des Collapsus beider Lungen athmet das Thier noch wenigstens fünf Minuten, wobei die Ausathmungen, wie gewöhnlich, immer stärker und länger werden. Man benutzt diese Gelegenheit, um Aufschlüsse über die Wirkung der Exspirationsmuskeln zu erlangen. Zu diesem Zweck werden die Intercostalräume zwischen zweiter bis siebenter Rippe in der Ausdehnung ungefähr eines halben

Zolles zunächst dem Brustbein (am rechten Thorax) durchschnitten. Trotzdem hierdurch die Wirkung des Triangularis sterni auf die genannten Rippen aufgehoben wird, werden dieselben stark nach unten gezogen.

Zu der Abwärtsbewegung der oberen Rippen gesellt sich allmälig eine Ab- und Einwärtsbewegung auch der unteren.

Abgesehen von mehreren Einzelheiten, welche nicht hierher gehören, führen beide Versuche übereinstimmend zu dem Resultat: dass nach Entfernung des grossen Gehirns ein Respirationshinderniss dieselbe Wirkung auf das Centrum der motorischen Einathmungsnerven äussert als bei vollständiger Integrität des Nervensystems, dass demnach das Organ des Bewusstseins (als welches nach den zahlreichen genauen Untersuchungen Flourens' das grosse Gehirn betrachtet werden muss) ohne Einfluss auf die Erzeugung der (von uns beschriebenen) Erstickungserscheinungen ist*). Denn nicht allein die Anzahl der Athemzüge wurde vermehrt, sondern es traten auch die bekannten Erscheinungen am Thorax und Halse auf, nachdem die eine Lunge der ihres grossen Gehirns beraubten Thiere ausser Thätigkeit gesetzt war.

Es muss also durch die Behinderung des chemischen Respirationsprocesses ein Moment erzeugt werden, welches entweder durch unmittelbare Einwirkung auf das respiratorische Nervencentrum oder durch Einwirkung auf die in dasselbe sich einsenkenden centripetalen Fasern die zu den in- und exspiratorischen Muskeln gehenden Nerven in Thätigkeit setzt.

11) Die Zahl der Athemzüge wächst in Folge eines Athmungshindernisses nur dann, wenn der Respirationsapparat durch die Nn. vagi mit dem verlängerten Mark in Verbindung steht.

Für die Richtigkeit dieses Satzes sprechen zunächst die folgenden drei Versuche, in denen die nach Durchschneidung der Nn.

*) Dies Resultat ist schon in dem folgenden, Behufs eines anderen Zweckes unternommenen Versuche Volckmann's, allerdings sehr unbestimmt, angedeutet: „Ich entferne bei einer jungen Katze das Gehirn mit Ausnahme der Medulla oblongata, durchschnitt den Vagus beider Seiten und exstirpirte, mit Schonung der Zwerchfellsnerven, die Lungen. Allein das Athmen dauerte fort, noch 40 Minuten nach der Entfernung! — Fürchtete ich nicht durch theoretische Ansichten (die später zu entwickeln sind) befangen zu sein, ich würde sagen, die Inspirationen nahmen bald nach Ausschneidung der Lungen an Kraft und Häufigkeit zu. Jedenfalls waren die Bewegungen sehr energisch, das Zwerchfell wurde kräftig contrahirt, der Thorax stark gehoben." (Müller's Archiv 1841. p. 337.)

vagi gesunkene Respirationsfrequenz sich nicht vermehrte, als eine oder beide Brusthälften eröffnet wurden.

Exp. XXXI. Den 9. Juli. Ein grosses, weisses Kaninchen wurde 5 Min. nach 10 Uhr aufgbunden; 25 Min. nach 10 Uhr ist die Abtragung des Gehirns bis auf die Vierhügel vollendet (man hatte vorher beide Carotiden unterbnnden). — Das Thier befindet sich hierauf in einem schlafähnlichen Zustand und macht 48 regelmässige Athemzüge in der Minute. 38 Minuten nach 10 Uhr ist die Blosslegung der rechten Brusthälfte vollendet (während des Präparirens: Aufwärtsbewegung der oberen, Auswärtsbewegung der unteren Rippen, Zusammenziehungen der Scaleni, Vermehrung der Anzahl der Athemzüge, Erscheinungen, die wir sonst nur nach Setzung eines Respirationshindernisses beobachteten). 40 Minuten nach 10 Uhr:

a) 40 Athemzüge in der Minute;
b) schwache Erscheinungen zwischen sechster und siebenter, siebenter und achter, fast keine zwischen achter und neunter, stärkere zwischen neunter und zehnter Rippe;
c) Stillstand der Rippen;
d) Hervortreten der Mm. intercartilaginei zwischen vierter und fünfter Rippe.

45 Minuten nach 10 Uhr Durchschneidung der Nn. laryngei inferiores:

a) Athemzahl = 40;
b) die Einziehungen in den unteren Intercostalräumen tiefer;
c) geringe Hebung der vierten und fünften Rippe;
d) Hervortreten der Mm. intercartilaginei zwischen beiden.

53 Minuten nach 10 Uhr Durchschneidung beider Vagi:

a) Athemzahl = 32.
b) Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe;
c) Auswärtsbewegung der neunten bis zwölften;
d) sehr starke Einziehungen der Intercostalräume zwischen siebenter und elfter Rippe;
e) Zusammenziehungen der Scaleni.

3 Minuten nach 11 Uhr war die Athemzahl auf 22 gesunken, während die Erscheinungen am Thorax nur noch den nach Durchschneidung der Laryngei inferiores beobachteten glichen.

5 Minuten nach 11 Uhr Anstechung des rechten Thorax zwischen fünfter und sechster Rippe:

a) Athemzahl 28;

b) deutliche Aufwärtsbewegung der zweiten bis fünften Rippe incl.;

c) Zusammenziehungen der Scaleni.

10 Minuten nach 11 Uhr Anstechung des linken Thorax:

a) Athemzahl 28;

b) starke Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten,

c) Auswärtsbewegung der unteren Rippen;

d) starke Zusammenziehung der Scaleni.

Tod 12 Minuten nach 11 Uhr. Die Schädelhöhle, welche wir nach der Abtragung des Gehirns durch Zusammennähen der Hautdecken geschlossen hatten, war mit flüssigem und geronnenem Blut angefüllt. Das Gehirn war, wie sich nachträglich herausstellte, bis an die Vierhügel abgetragen worden.

Exp. XXXII. Den 11. Juli. Ein mittelgrosses, weisses Kaninchen; um 10 Uhr auf den Rücken gebunden; eine Minute darauf 64 Athemzüge; 10 Minuten nach 10 Uhr, nach Blosslegung der rechten Thoraxhälfte, 64, geringe Einziehungen der Intercostalräume zwischen sechster bis neunter, Stillstand der Rippen. 12 Minuten nach 10 Uhr, nach gemachter Tracheotomie (3 Linien lange, $1\frac{1}{4}$ Linien breite Oeffnung), Athemzahl 52, am Thorax keine Veränderung. 18 Minuten nach 10 Uhr, nach Durchschneidung beider Laryngei inferiores, 56 Athemzüge.

22 Minuten nach 10 Uhr Durchschneidung des rechten Vagus, Anzahl der Athemzüge 44; 24 Minuten nach 10 Uhr, nach Durchschneidung des linken Vagus, 28.

a) Die schon nach Durchschneidung das rechten Vagus stärkeren Einziehungen zwischsn sechster bis neunter Rippe werden nach Durchschneidung beider noch tiefer. Dazu kommen:

b) geringe Einziehung zwischen neunter und zehnter,

c) starke Einziehung der vorderen Enden der siebenten und achten Rippe;

d) Vorwärtsbewegung des unteren Theils des Brustbeins.

32 Minuten nach 10 Uhr ist die Anzahl der Athemzüge immer noch 28, aber die Einziehungen der Intercostalräume sowohl als die der siebenten und achten Rippe sind geringer geworden.

39 Minuten nach 10 Uhr, nach Anstechung des rechten Thorax findet man:

a) die Athemzahl 20. Erst Einathmung, gleich darauf passive Ausathmung; hierauf Pause, welcher eine active (durch Muskelkräfte ausgeführte) Ausathmung folgt; diese letztere

geht dann unmittelbar in die Einathmung über. Demnach ist die Pause, welche vorher zwischen In- und Exspiration war, jetzt innerhalb des Exspirationsactes (zwischen der passiven und activen Exspiration).

b) Starke Aufwärtsbewegung der oberen Rippen;

c) Aufwärtsbewegung der unteren,

d) starke Zusammenziehung der Scaleni.

48 Minuten nach 10 Uhr Athemzahl 26; die Erscheinungen am Thorax dieselben, nur dass die activen Ausathmungen nicht mehr so kräftig sind.

Exp. XXXIII. Den 13. Juli. Ein mittelgrosses, graues Kaninchen. Um 11 Uhr, nach Blosslegung des rechten Thorax, 96 Athemzüge (das Thier lag bereits 12 Minuten auf den Rücken gebunden). Die Verlängerung der durch die Intercostalräume hindurchschimmernden Lunge beim Einathmen beträgt vorn zunächst dem Brustbein etwa 2 Linien; man beobachtet nur äusserst flache Einziehungen zwischen sechster bis neunter Rippe. 6 Minuten nach 11 Uhr 84 Athemzüge. 10 Minuten nach 11 Uhr, nach Durchschneidung der Laryngei inferiores, 68; die Erscheinungen am Thorax nicht verändert. 17 Minuten nach 11 Uhr, nach Durchschneidung beider Vagi, 28; der untere Lungenrand rückt bei jeder Einathmung über einen halben Zoll weiter nach unten; Einziehungen der Intercostalräume zwischen sechster bis zehnter Rippe, die ersteren drei stärker als früher; das vordere Ende der siebenten Rippe wird ebenfalls eingezogen, und der untere Theil des Sternums nach vorn bewegt. 28 Minuten nach 11 Uhr Athemzahl 32; nach der bald darauf gemachten Tracheotomie (3 Linien lange, $1\frac{1}{2}$ Linien breite Oeffnung) 36; am Thorax keine Veränderung; das Thier zittert. 36 Minuten nach 11 Uhr, nach Anstechung des rechten Thorax, 28; starke Einziehungen an den Intercostalräumen zwischen siebenter bis elfter Rippe; Aufwärtsbewegung der zweiten bis sechsten Rippe; Zusammenziehung der Scaleni; active Ausathmungen; das Verhältniss der Pause wie im vorigen Versuche. 44 Min. nach 11 Uhr 24; 54 Min. nach 11 Uhr 28 Athemzüge.

Ein Gegenstück zu diesen Versuchen bilden drei andere, bereits mitgetheilte (Exp. VI., XXIX. und XXX.), in denen die durch Verkleinerung der Athmungsfläche bedeutend vermehrte Respirationsfrequenz nach Durchschneidung der Nn. vagi weit unter die normale sank.

Ebenso beweisend, aber von allgemeinerer Bedeutung ist das Ergebniss des Exp. XXVII.

12) Die anderen Erscheinungen, welche sich in Folge eines Athmungshindernisses am In- und Exspirationsapparat zeigen, sind nicht an die Integrität des Nn. vagi gebunden.

Um die Behauptung Brachet's, das nach Durchschneidung der Nn. vagi das Athmungsbedürfniss aufhöre, zu widerlegen, hat bereits Volckmann Versuche angestellt, aus welchen hervorging, dass ein Thier, welchem nach Durchschneidung der Nn. vagi die Luft entzogen wird, nicht ruhig stirbt, sondern die unzweifelhaftesten Symptome der Erstickungsnoth zeigt.

„Um ganz sicher zu gehen“, sagt V. (Müller's Archiv, 1841, p. 334), „studirte ich diese Symptome erst an Thieren, denen die Vagi nicht durchschnitten waren. Ich legte die Luftröhre frei und brachte in ihr einen Hahn an, welcher nach Gutdünken die Luft abzuschneiden und zuzulassen erlaubte. Wurde durch Schliessen des Hahns das Athmen verhindert, so wurden alsbald die Athembewegungen des Brustkastens grösser und gewaltsamer. Dann sperrte das Thier das Maul oder den Schnabel auf, streckte den Hals, die accessorischen Athembewegungen der Nase und Lippen wurden auffallend verstärkt, selbst die Zunge bewegte sich mit den Athemzügen, grosse Unruhe trat ein, endlich sprang das niedergeworfene Thier auf, suchte mit Gewalt sich zu befreien und verfiel in heftige Convulsionen. Jetzt wurde der Hahn geöffnet, und der Sturm beruhigte sich, um bei erneuter Verschliessung des Hahns sich mit denselben Erscheinungen zu wiederholen. Um kurz zu sein, so fand ich nach Durchschneidung der Vagi absolut dieselben Erscheinungen. Ich habe diese Versuche an Kaninchen, Hunden und Hühnern wiederholt mit demselben Erfolge angestellt.“

Mit diesem Ergebniss stimmen, wie man sieht, auch unsere Versuche überein (Exp. VI., XXIV., XXIX., XXX., XXXI., XXXII., XXXIII.), aus welchen aber noch ausserdem hervorgeht (vergl. Exp. XXIV., XXV., XXXII.), dass die Durchschneidung der Nn. vagi schon für sich allein, sogar bei weit geöffneter Trachea, Erstickungserscheinungen hervorzurufen vermag.

IV.

Zur Physiologie des Nervus vagus.†)

Erster Versuch.

Männliches, mittelgrosses Kaninchen, mittelst der Extremitäten in der Rückenlage befestigt. — Ligatur der Karotiden am mittleren Halse. — Entfernung des grossen Gehirns bis auf die Sehhügel. — Schlafähnlicher Zustand. — Bei Berührung nur schwache schnell vorübergehende Reflexbewegungen. — 56 Respirationen in der Minute.

Nach Durchschneidung des rechten Nervus vagus am Halse nur 44 Respirationen; nach Durchschneidung beider 20. — Nach der hierauf gemachten Tracheotomie (die Oeffnung ist grösser als die Stimmritze eines Thieres von derselben Grösse) 28 Respirationen.

Beim Galvanisiren der (zunächst der Schnittfläche zusammengebundenen) centralen Stücke beider Vagi mittelst eines magneto-electrischen Rotations-Apparats — Stillstand der Respiration. — Dieselbe Erscheinung, so oft von Neuem galvanisirt wurde.

Zweiter Versuch.

Mittelgrosses, schwarzes Kaninchen. — Ligatur der Karotiden. — Exstirpation des grossen Gehirns bis auf die Sehhügel. — Schlafähnlicher Zustand. — Wenig Neigung zu Reflexbewegungen. — 52 Respirationen. — 5 Minuten darauf Tracheotomie. Die Anzahl der Respirationen unverändert.

---

†) Abgedruckt aus der „Zeitung des Vereins für Heilkunde“, Jahrgang 1847, Nr. 5. (3. Febr.).

Nach Durchschneidung des rechten Vagus (am Halse) plötzlicher Stillstand der Respiration durch mehrere Secunden†), darauf 36 Respirationen in der Minute. — Nach Durchschneidung des linken Vagus neuer, etwa eben so langer Stillstand der Respiration; darauf 14 Respirationen in der Minute, mit starker Hebung der Rippen und Einziehung der Rippenknorpel (zunächst dem Proc. xiphoid.) bei der Inspiration und activer Exspiration. — Die Anzahl der Respirationen steigt aber allmälig wieder auf 26.

Hierauf Blosslegung des Zwerchfells von der Bauchhöhle her und Galvanisirung der (wie im Exp. I. behandelten) centralen Stücke beider Vagi. — So lange gedreht wurde, Stillstand der Respiration (ohne dass der Thorax sich verengerte oder die Bauchmuskeln sich contrahirten) und anhaltende Verkürzung der Phrenocostalbündel des Zwerchfells; bei langsamerer Drehung Vermehrung der Anzahl der Athemzüge.

Um die Vermehrung der Anzahl der Athemzüge beim langsamen Drehen zu messen, wurde erst eine Viertel-Minute lang gezählt, sodann 5 Secunden lang gedreht, und hierauf unter fortdauernder Drehung wieder gezählt. So fand man

mehrere Male:		
vor der Drehung	10	Respirationen in 15 Secunden.
während der Drehung	14	„ „
zwei bis drei Male:		
vor der Drehung	9	„ „
während der Drehung . . .	15	„ „

Dritter Versuch.

Mittelgrosses, kräftiges Kaninchen von dunkler Farbe; um 9½ Uhr aufgebunden. — Zuerst Unterbindung der Karotiden, darauf Abtragung des grossen Gehirns bis auf die Sehhügel, welche um 10 Uhr vollendet ist. — 6 Minuten darauf 56 Respirationen, welche Zahl 4 Minuten lang constant bleibt. — 14 Minuten nach 10 Uhr Tracheotomie; Anzahl der Respirationen 64.

15 Minuten nach 10 Uhr Durchschneidung des rechten Vagus; unmittelbar darauf 24 Respirationen; doch steigt die Anzahl derselben allmälig wieder auf 28. — Nach Durchschneidung des linken Vagus eine 7 Secunden lange Pause im Respiriren; nach derselben

†) Dieser „Stillstand der Respiration schon bei einfacher Durchschneidung eines Vagus“ lässt sich am häufigsten dann beobachten, wenn die Durchschneidung möglichst rasch geschieht.

24 Respirationen in der Minute, mit starker Contraction der Bauchmuskeln bei der Exspiration. — Die Anzahl der Respirationen schwankt in den folgenden 5 Minuten zwischen 24 bis 32 in der Minute.

Hierauf Galvanisirung des rechten Vagus (unter langsamer Drehung).

a) Mit vorgelegtem Anker:

	1.	2.	3.
Vor der Drehung	32 in 1 Minute.	32 in 1 Minute.	30 in 1 Minute.
Während d. Drehung	Anfangs Pause, dann 6 Respirationen in 5 Secunden.	Anfangs Pause, dann 4 Respirationen in 5 Secunden.	48 Respirationen in 1 Minute.

b) Ohne Anker:

	1.	2.	3.
Vor der Drehung	32 in 1 Minute.	32 in 1 Minute.	28 in 1 Minute.
Während d. Drehung	48.	44.	40.

Als hierauf der Nerv dicht oberhalb seiner Vereinigung mit den Leitungsdrähten des Apparats durchschnitten wurde, entstand wieder eine mehrere Secunden lange Pause der Respiration (ohne Contraction der Bauchmuskeln oder Verengerung des Thorax). — Die Anzahl der Respirationen schwankte nun zwischen 24 bis 30.

Zum Schlusse des Experiments wurden die centralen Stücke beider Vagi in der in den Exp. I. und II. beschriebenen Weise galvanisirt — mit vollständig gleichem Resultat, nämlich Stillstand der Respiration ohne Verengerung des Thorax und ohne Contraction der Bauchmuskeln. Dagegen nahm der durch das blossgelegte Bauchfell durchscheinende Leberrand während jeder Pause den Stand ein, welchen er während der der Pause vorhergehenden Inspirationen gezeigt hatte.

Vierter Versuch.

Den 14. Januar 1847. Mittelgrosses, weisses Kaninchen, in derselben Weise behandelt, wie die Thiere in den vorhergehenden Experimenten. Auch hier beobachtete man beim Galvanisiren sowohl des rechten als auch des linken Vagus, bei schnellen Drehungen, Stillstand der Respiration.

Hierauf Blosslegung eines Zweiges des linken Nervus ischiadicus und Galvanisirung ganz in derselben Weise, wie es mit den Nervi vagi geschehen war. — So oft der Rotationsapparat in Bewegung gesetzt wurde, lautes Geschrei (wenn die Oeffnung in der Trachea zugehalten wurde), starke Verengerung des Thorax und Bauches und starke Krümmungen des Rumpfes. Diese starken Exspirationen werden von Zeit zu Zeit durch tiefe Inspirationen unterbrochen.

Ein erläuternder Nachtrag zu den vorstehneden Versuchen

findet sich in der Pflüger'schen Abhandlung „über das Hemmungs-Nervensystem für die peristaltischen Bewegungen der Gedärme“ Berlin, 1857, p. 10. Er lautet:

„Traube fand nun folgende Resultate, welche ich mit seinen eigenen Worten, gemäss der mir gegebenen freundlichen Erlaubniss, aus einer kleinen ungedruckten Abhandlung desselben hieher setze, wobei ich bemerke, dass die hier in Betracht kommenden Punkte, bereits in dem citirten Aufsatze von 1847 enthalten sind:

1) Der Tetanus des centralen Rumpfes des pneumogastrischen Nerven, welche am Halse durchschnitten wurden, erzeugt vollkommenen Stillstand der Respiration.
2) Dieser Stillstand ist aber so zu sagen nichts weiter als eine ins Unbestimmte verlängerte tiefe Inspiration, was aus der unmittelbaren Inspection des Zwerchfells erhellt, nachdem man die Bauchhöhle geöffnet hat. Man sieht dann während der ganzen Dauer der Inductionsströme die Phrenocostalbündel des Zwerchfells in tetanischer Contraction begriffen, so dass die Wölbung desselben stark abgeflacht erscheint.
3) Während der Dauer der Inductionsströme bleiben die Exspirationsmuskeln vollkommen unthätig.
4) Wie seit lange bekannt ist, sinkt die Frequenz der Athemzüge nach Durchschneidung der Vagi ausserordentlich. Tetanisirt man nun das centrale Ende der durchschnittenen Nerven mit schwächeren Strömen, so vermag man aufs Neue die Zahl der Respirationen fast bis zur ursprünglichen Zahl zu vermehren.

5) Zerschneidet man mit der Scheere schnell den pneumogastrischen Nerven, so erzeugt man fast constant eine Unterbrechung der Respiration oder vielmehr eine tiefe Inspiration, welche bis zu 7 Secunden dauern kann.

Traube schliesst aus diesen Thatsachen: „Es existiren in den pneumogastrischen Nerven nicht allein motorische Fasern, welche dem Larynx, Oesophagus u. s. w. angehören, und sensible, deren Reizung Schmerz und exspiratorische Bewegungen (beim Vorhandensein der Hemisphären), sondern auch centripetale Fasern, deren Erregung unwillkürliche Inspirationen erzeugt."

Diesen der Pflüger'schen Abhandlung wörtlich entnommenen Sätzen habe ich für jetzt nur Folgendes hinzuzufügen.

Wie schon aus den Tenor meiner Versuche und zum Ueberfluss aus dem zuletzt angeführten Satze hervorgeht, hatte ich damals kein anderes Ziel vor Augen als die Beantwortung der Frage, ob sich innerhalb der Vagi (wie man schon früher vermuthet hatte) unter vielen anderen auch solche Fasern befinden, durch deren Erregung sich per reflexum Inspirationen hervorrufen lassen. Und diese Frage glaube ich, trotz aller nachträglichen Ausstellungen, auf das Bestimmteste beantwortet zu haben. Wenn spätere Untersucher durch Reizung der centralen Vagus-Fragmente nicht bloss Inspirationen, sondern auch Exspirationen oder bloss die letzteren hervorgerufen haben, so kann das selbstverständlich meinen Schluss, der ja ebenfalls auf Thatsachen beruht und zwar ein unmittelbarer Schluss aus reinlichen Versuchen ist, nicht umstossen, sondern nur zum Beweise dafür dienen, dass unter den im Vagus enthaltenen centripetalen Fasern sich auch solche befinden, durch deren Erregung per reflexum Exspirationen ausgelöst werden (ein freilich sehr überflüssiger Beweis, da wie jeder Laie weiss, fremde Körper, die in die Luftwege gerathen, ausnahmslos Husten hervorrufen). Warum meine Versuche gelangen und die meiner Gegner nichts als ein banales Resultat ergeben haben, lag eben in der von mir angewendeten Methode, die um, ein unzweideutiges Ergebniss zu liefern, nur einige Uebung voraussetzt. Natürlich ist nicht jedes excerebrirte Thier verwendbar, sondern nur solche, welche nach Exstirpation der grossen Hemisphären ruhig, wie im tiefsten Schlafe, da liegen. Ausserdem aber darf, wie in allen Versuchen, welche die Functionen complicirter Nervenapparate durch Anwendung mechanischer, chemischer oder electrischer Reize ermitteln sollen, so auch hier die Intensität der

Einwirkung ein gewisses Maass nicht überschreiten. Man hat nicht bedacht, dass auch die den wesentlichsten Theil eines Reflexapparats bildenden Nervenzellen einer raschen Ermüdung durch Ueberreizung unterworfen sein können, und dass von zwei solchen Reflexapparaten der eine rascher zu ermüden sein könne als der andere.

Jedenfalls hätte man, wie ich, mit schwachen Reizen (bei excerebrirten Thieren) beginnnen müssen, wenn man, wie ich, constant Inspirationen auftreten sehen wollte.

V.

Versuche über die Wirkung der Digitalis†).

Aus den Untersuchungen Ed. Weber's und den sie bestätigenden und erweiternden Experimenten von C. Ludwig und A. Volkmann geht mit Sicherheit hervor:

a) dass das Herz zwei functionell verschiedene Nervensysteme besitzt, eines, welches die Contractionen des Herzmuskels vermittelt (man nennt es am zweckmässigsten das „musculomotorische"), und ein anderes, welches die Zusammenziehungen dieses Muskels zu hemmen vermag (wir wollen es mit Anderen das „regulatorische" nennen);

b) dass das musculo-motorische Herznervensystem sein ganglöses Centrum im Herzen selbst hat, wogegen das gleichnamige Centrum des regulatorischen Herznervensystems in der Medulla oblongata liegt;

c) dass das Centrum des regulatorischen Herznervensystems durch Fasern, welche innerhalb der Nn. vagi enthalten sind, mit dem Herzen in Verbindung steht.

Von den Experimenten, die zu diesen Schlüssen geführt haben, sind es zwei, die uns hier noch besonders interessiren.

Das eine derselben lautet: „Wird bei Integrität der Nn. vagi die Medulla oblongata oder das Vagus-Paar selbst der Einwirkung eines schwachen electrischen Stromes ausgesetzt, so erfolgt eine bedeutende Verminderung der Anzahl der Herzcontractionen" (E. Weber).

---

†) Aus dem zweiten Jahrgang der Charité-Annalen, 1851 (mit unwesentlichen Abänderungen).

Das zweite lautet: „Werden bei einem Säugethiere beide Nn. vagi am Hals durchschnitten, so erfolgt eine enorme Vermehrung der Anzahl der Herzcontractionen" (Ludwig).

Diese Versuche zeigen:

einerseits, dass eine abnorme, aber mässige Erregung des regulatorischen Herznervensystems die Anzahl der Herzcontractionen beträchtlich zu vermindern vermag:

andererseits, dass die Aufhebung des Einflusses, den das Centrum des regulatorischen Nervensystems auf das Herz ausübt, oder (was dasselbe ist) die Lähmung dieses Centrums eine bedeutende Vermehrung der Anzahl der Herzcontractionen zur Folge hat.

Gestützt auf diese beiden Sätze, werden wir mit Sicherheit diejenige Substanz als eine in specifischer Beziehung zu dem regulatorischen Herznervensystem stehende betrachten können, welche, in den Kreislauf gebracht, die Anzahl der Herzcontractionen unter die Norm zu vermindern und (bei gesteigerter Dosis) über die Norm zu vermehren vermag.

Dass die Digitalis in gewissen Gaben die Anzahl der Herzcontractionen beim Menschen zu vermindern vermag, ist eine längst bekannte Thatsache. Dass sie auch bei Thieren, wenn sie in der Form des Infuses dem Blutstrom beigemengt wird, dieselbe Wirkung äussert, lehren die einfachsten, von Jedermann leicht anzustellenden Versuche. Nicht minder constant aber ist andererseits ihre pulsvermehrende Wirkung, sobald jene Dosis, welche die Herzcontractionen tief unter die normale herabgedrückt hat, überschritten wird. Die Veränderung, welche dann eintritt, ist so plötzlich und so enorm, dass sie nur derjenigen vergleichbar ist, welche nach der Durchschneidung beider Nn. vagi eintritt. Und, was noch mehr sagen will, die Pulszahl, welche wir auf diesem Wege, d. h. durch die Einwirkung einer extremen Quantität des Digitalis-Infuses, erhalten, ist constant nahezu gleich derjenigen, welche man in Folge der Vagi-Durchschneidung bei derselben Thierspecies (dem Hunde) beobachtet.

Die Digitalis also übt in der That, wie von vornherein zu vermuthen stand, eine specifische Wirkung auf das regulatorische Herznervensystem aus.

Eine Bestätigung erhält dieser Schluss durch folgendes Experiment.

Hat man bei einem Hunde durch Einspritzung von Digitalis-Infus in die Vena jugularis externa die Pulszahl um ein Beträchtliches unter die Norm vermindert, und durchschneidet man dann

die Nn. vagi am Halse, so macht die abnorme Pulsverminderung sofort einer abnormen Pulsvermehrung Platz.

In allen diesen Versuchen ist aber gleichzeitig auch der Beweis enthalten, dass die Digitalis in der bei Kranken angewendeten Form und Gabe als Reizmittel auf das regulatorische Herznervensystem wirkt. Denn ist es erstens bewiesen (was aus Weber's und Ludwig's Versuchen hervorgeht), dass Reizung des regulatorischen Nervensystems Pulsverminderung, seine Lähmung dagegen Pulsvermehrung zur Folge hat, ist es zweitens bewiesen (was aus unseren Versuehen hervorgeht), dass die Digitalis eine specifische Wirkung auf das regulatorische Nervensystem hat, so folgt mit Nothwendigkeit, dass ihre pulsvermindernde Wirkung, die wir am Krankenbett beobachten, nur die Folge einer gesteigerten Erregung des regulatorischen Nervensystems sein kann.

In meinen „vorläufigen Mittheilungen“ †) hatte ich noch einen dritten hierher gehörigen Versuch mit folgenden Worten angeführt:

„Hat man bei einem Hunde die Nn. vagi durchschnitten und spritzt alsdann das Digitalis-Infus in die Vena jugularis externa, so erfolgt keine Verminderung, auch wenn die Dosis des Digitalis-Infuses allmälig immer mehr gesteigert wird.“

Leider aber ist dieser Erfolg, wie mich fortgesetzte Untersuchungen gelehrt haben, kein constanter. Unter den weiter unten mitgetheilten Einzelversuchen kommen, wie man sehen wird, allerdings auch solche vor, in denen das Digitalis-Infus, trotz der vorhergegangenen Vagi-Durchschneidung, dennoch eine Verminderung der Pulszahl zu Wege brachte.

Um diese Unbeständigkeit zu erklären, giebt es, wie mich dünkt, nur einen Ausweg. Man muss annehmen, dass bei einer Anzahl von Thieren selbst die von der Medulla oblongata abgetrennten, mit dem Herzen zusammenhängenden Vagi-Segmente noch immer einer Erregung von Seiten des dem Blutstrome beigemengten Digitalis-Infuses fähig bleiben.

Auf den ersten Blick freilich könnte man versucht sein, eine andere, unserer Ansicht über die Wirkung der Digitalis entgegengesetzte Erklärung aufzustellen. In der mehrere Wochen nach meinen „vorläufigen Mittheilungen“ erschienenen schätzenswerthen Arbeit von Stannius (Untersuchungen über die Wirkung der

†) Deutsche Klinik, Jahrgang 1851, No. 8. (22. Febr.)

Digitalis und des Digitalin, mitgetheilt in dem Archiv für physiologische Heilkunde X. Jahrg. 2. Heft) heisst es nämlich:

„Auf welchen Wegen entfaltet aber das Gift seine Wirksamkeit auf das Herz? — Denkbar sind hier zwei verschiedene Fälle. Einmal kann die Lähmung des Herzens, nach vorausgegangener Resorption des Giftes, von den Centralorganen des Nervensystems, namentlich von der Medulla oblongata, ausgehen; als Vermittler zwischen dem verlängerten Marke und dem Herzen können in diesem Falle die Nn. vagi möglicherweise wirken. Zweitens kann die Digitalis nach ihrer Resorption und nach ihrer Aufnahme in das Blut direct und unmittelbar feindlich auf die Herzsubstanz und speciell vielleicht auf die Herznerven einwirken. — Die Unstatthaftigkeit der ersten dieser beiden Annahmen ist durch mehrere der oben aufgezählten Versuche erwiesen etc."

Auf diese Versuche gestützt, könnte man, wie es eben Stannius gethan hat, die specifische Beziehung der Digitalis zum regulatorischen Herznervensystem überhaupt leugnen wollen. Und nähme man daher an, dass die Digitalis schon von vornherein lähmend auf das Herz selbst (d. h. auf das musculo-motorische Nervensystem oder auf die Muskelsubstanz des Herzens) wirke, so wäre eben nichts natürlicher, als dass die Verminderung der Pulsfrequenz, die erste Erscheinung der Digitalis-Narcose, auch nach Durchschneidung der Nn. vagi eintritt.

Gegen die Stichhaltigkeit dieser Erklärung spricht aber folgende kurze Betrachtung:

Es ist eine schon oben mitgetheilte constante Erscheinung, dass bei allmäliger Einspritzung von Digitalis-Infus zuerst eine beträchtliche abnorme Pulsverminderung, dann plötzlich eine eben so beträchtliche abnorme Pulsvermehrung auftritt. Nach Stannius müsste man diese Erscheinung offenbar so deuten, dass die abnorme Pulsvermehrung einen höheren Grad von Herzlähmung darstelle, als die Pulsverminderung, mit anderen Worten, dass die Thätigkeit des Herzens in dem Maasse wachse, als seine Lähmung überhand nimmt, was, wie mich bedünkt, einen physiologischen Widerspruch einschliesst†).

Uebrigens leugne ich keineswegs, dass die Digitalis durch Lähmung des Herzens den Tod herbeiführt (denn auch ich habe, wie Stannius, beobachtet, dass das Herz bei den durch Digitalis

†) In einer der folgenden Arbeiten finden sich Versuche, welche die Richtigkeit dieser Bemerkung a posteriori darthun.

getödteten Thieren ungewöhnlich rasch zu schlagen aufhört und ungleich schneller als unter anderen Umständen seine Reizbarkeit einbüsst), aber diese Lähmung erfolgt, wie ich glaube, nur unter zwei Bedingungen, entweder sofort bei von vornherein enorm grossen Dosen des Mittels, oder, wenn geringere Dosen zur Anwendung kommen, nach vorhergegangener Lähmung des regulatorischen Nervensystems.

Das Gesammtresultat der von Stannius und mir angestellten Versuche, so weit ich es bis jetzt überschauen kann, wäre demnach folgendermaassen zu fassen:

a) In mässigen Gaben, entsprechend denjenigen, wie sie bei Kranken zur Anwendung kommen, wirkt die Digitalis erregend auf das regulatorische Nervensystem des Herzens.

b) Grössere Gaben bewirken alsbald eine Lähmung des regulatorischen Nervensystems.

c) Endlich bei sehr grossen Dosen wird nicht nur das regulatorische, sondern auch das musculo-motorische Nervensystem des Herzens gelähmt.

Versuchsmethode.

Das Operationsverfahren in den nachstehenden Versuchen war folgendes. Das Thier wurde mittelst der Extremitäten auf den Rücken gebunden, so dass das Hintertheil höher zu liegen kam als das Vordertheil und der Kopf. Das Digitalis-Infus applicirte man mittelst eines messingenen, gekrümmten, an seinem Ende geknöpften Röhrchens, welches vorher in die Vena jugularis externa dextra dergestalt eingeführt worden und mit Hülfe einer Ligatur befestigt war, dass das geknöpfte Ende nach dem Herzen hinsah. Dass hierbei der peripherische (dem Kopfe benachbarte) Theil der Vena jugularis unterbunden war, bedarf kaum der Erwähnung. In den Zeiträumen zwischen den einzelnen Einspritzungen hielt man das freie Ende des Röhrchens durch einen kleinen Korkpfropfen verschlossen. Das Eindringen von Luft ins Herz war überdies dadurch verhütet, das zwischen dem Punkt der Vene, in welchem das

geknöpfte Ende des Messingröhrchens lag, und dem Thorax eine ziemlich grosse Strecke des Gefässes frei lag, so dass bei jeder tiefen Inspiration des Thieres die schlaffen Gefässwände sich dicht an einander legen konnten. — Auf einem nebenan stehenden Tische wurde das Digitalis-Infus in einer Porzellanschale über einer Spirituslampe gelinde erwärmt, um ihm wenigstens ungefähr die Temperatur des Blutes zu ertheilen. Vor allzu grossen Differenzen bewahrte die thermometrische Messung. — Die Stärke des Infuses wird sich aus der Angabe entnehmen lassen, dass zwei Drachmen des Krautes mit vier Unzen kochenden Wassers infundirt und darauf sofort sorgsam filtrirt wurde. — Zum Einspritzen bediente man sich einer gläsernen Spritze, deren dünnes Ende mittelst eines durchbohrten Korkpfropfens der freien trichterförmigen Mündung des Messingröhrchens wasserdicht angepasst werden konnte. Die Höhlung der Spritze vermochte circa 130 Gr. Brunnenwasser zu fassen; demnach enthielt jede volle Spritze die durch heisses Wasser ausziehbaren Bestandtheile von circa 8 Gr. des Digitaliskrautes.

Versuche.

1) Versuche, in denen das Digitalis-Infus allmälig bis zum Belange einer Quantität eingespritzt wurde, dass Lähmung des regulatotischen Nervensystems erfolgte.

Erstes Experiment.

Starker Rattenfängerhund, 4 Monate alt. — Die constant gewordene Temperatur des Mastdarms = 32°,7 R.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 7h. 56m.	Das Injeetionsröhrchen ist eingebunden und Alles zum Einpritzen bereit	—	128
7h. 59m.	. . . .	—	108
8h. . .	. . . .	—	112
8h. 1m.	. . . .	—	112
8h. 2m.	. . . .	—	112
8h. 3m.	. . . .	16	118
8h. 4m.	. . . .	15	120
8h. 5m.	. . . .	16	124
8h. 6m.	. . . .	—	122
8h. 7m.	. . . .	—	123
8h. 8m.	. . . .	—	128
8h. 9m.	. . . .	—	120
8h. 10m.	. . . .	—	126
8h. 11m.	. . . .	—	126
8h. 15m.	. . . .	20	122
8h. 16m.	Einspritzung von schwach kochsalzhaltigem Brunnenwasser, welches eine Temperatur von 33° R. hat; zwei volle Spritzen hinter einander.		
8h. 17m.	. . . .	—	128
8h. 18m.	. . . .	18	128
8h. 19m.	. . . .	17	132
8h. 20m.	. . . .	17	124
8h. 22m.	. . . .	16	126
8h. 23m.	. . . .	—	126
8h. 24m.	. . . .	11	132
8h. 30m.	. . . .	—	128

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
8h. 31m.	. . . .	14	124
8h. 32m.	. . . .	12	—
8h. 33m.	. . . .	13	132
8h. 34m.	1ste Einspritzung eines Digitalis-Infuses von circa 33° R.; zwei volle Spritzen hinter einander.		
8h. 35m.	. . . .	17	24
8h. 37m.	. . . .	22	52
8h. 38m.	. . . .	26	54
8h. 39m.	. . . .	26	38
8h. 41m.	. . . .	29	36
8h. 42m.	. . . .	28	36
8h. 43m.	Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 44m.	Zeitweise noch schwache Brechbewegungen.		
8h. 45m.	dito.		
8h. 46m.	. . . .	—	84
	Bald darauf 2te Einspritzung von Digitalis-Infus ($\frac{2}{3}$ Spritze).		
8h. 48m.	. . . .	—	56
8h. 49m.	Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 50m.			
8h. 51m.	. . . .	—	96
8h. 52m.	. . . .	—	84
8h. 53m.	. . . .	21	86
8h. 54m.	. . . .	—	84
8h. 55m.	3te Einspritzung von Digitalis-Infus, $1\frac{1}{2}$ Spritzen hinter einander . .	—	36
8h. 56m.	Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 57m.	. . . .	28	28
8h. 58m.	. . . .	32	32
8h. 59m.	4te Einspritzung von Digitalis-Infus, eine Spritze voll.		
9h. . .	. . . .	32	32
9h. 1m.	5te Einspritzung von Digitalis-Infus, eine Spritze voll.		
9h. 3m.	Brechbewegungeu.		
9h. 4m.	. . . .	—	160
9h. 5m.	. . . .	—	174
9h. 6m.	. . . .	20	174
9h. 7m.	. . . .	26	174
9h. 10m.	Nach Blosslegung der Arteria cruralis sinistra	—	174

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 9h. 11m.	Anstechung der Art. crural. sinistr.		174
9h. 12m.	Unter dem continuirlichen Ausfliessen des Arterienblutes . . .	—	174

Tod um 9 Uhr 17 Minuten unter Convulsionen.

Wie man bei aufmerksamer Betrachtung sehr bald ersieht, ist das vorstehende Experiment dadurch doppelt wichtig, dass wir mittelst desselben erweisen können, dass die Wirkungen, welche die Einspritzung eines Digitalis-Aufgusses auf die Puls-Frequenz u. s. w. hat, nicht etwa von der einfachen Zumischung einer gewissen Quantität von heterogener Flüssigkeit zum Blute abhängen, sondern an die Gegenwart gewisser löslicher Bestandtheile der Digitalis in dieser Flüssigkeit gebunden sind. Denn die Verminderung der Puls-Frequenz u. s. w. trat nicht ein, nachdem zuvörderst nur eine Quantität von Salzwasser eingespritzt worden war.

Zweites Experiment.

Mässig kräftiger, mittelgrosser Hund.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 7h. 31m.	Das Injectionsröhrchen ist eingebunden und Alles zum Einspritzen bereit. Hund ruhig.		
7h. 33m.	. . . .	—	108
7h. 35m.	. . . .	—	108
7h. 37m.	. . . .	—	108
7h. 40m.	1ste Einspritzung ($\frac{2}{3}$ Spritze).		
7h. 42m.	. . . .	—	56
7h. 44m.	. . . .	12	40
7h. 50m.	. . . .	—	44
7h. 51m.	2te Einspitzung ($\frac{1}{3}$ Spritze).		
7h. 54m.	. . . .	—	46

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 7h. 55m.	Brechbewegungen, in Folge deren eine gallige Flüssigkeit entleert wird. Darauf häufiges Zittern.		
8h. . .	Fortdauer des Zitterns	—	48
8h. 1m.	3te Einspritzung (⅔ Spritze).		
8h. 2m.	. . . .	—	48
8h. 2m.	4te Einspritzung (⅔ Spritze).		
8h. 3m.	. . . .	—	36
8h. 4m.	Brechbewegungen.		
8h. 5m.	. . . .	24	38
8h. 8m.	. . . .	—	34
8h. 9m.	. . . .	—	33
8h. 10m.	. . . .	—	32
8h. 11m.	. . . .	32	34
8h. 12m.	. . . .	24	36
8h. 15m.	5te Einspritzung (⅔ Spritze).		
8h. 16m.	. . . .	—	192
8h. 17m.	. . . .	—	202
8h. 19m.	. . . .	30	180
8h. 20m.	. . . .	—	192
8h. 23m.	Tod. Bald darauf Eröffnung des Thorax. Stillstand des Herzens; doch erfolgen auf Reizung der Herzoberfläche Contractionen.		
8h. 30m.	Die willkürlichen und Darmmuskeln contrahiren sich noch auf Reizung, während das Herz seine Reizbarkeit vollkommen verloren hat.		

Drittes Experiment.

Kräftiger Dachshund.

8h. 35m.	Das Röhrchen ist eingebunden und Alles zum Einspritzen bereit. Hund vollkommen ruhig.		
8h. 36m.	. . . .	—	126
8h. 37m.	. . . .	—	128
8h. 38m.	Hund ruhig, aber zitternd . . .	—	132

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 8h. 38m. 8h. 39m.	1ste Einspritzung von Digitalis-Infus; zwei volle Spritzen hinter einander. Gleich darauf grosse Unruhe und starke Puls-Beschleunigung.		
8h. 40m.	Das Thier ruhig	—	68
8h. 41m.	. . . .	—	52
8h. 42m.	. . . .	—	46
8h. 44m.	. . . .	—	48
8h. 45m.	Brechbewegungen und Erbrechen einer galligen Flüssigkeit.		
8h. 46m.	Gleich nach dem Erbrechen . .	—	56
8h. 47m.	. . . .	—	46
8h. 48m.	. . . .	—	54
8h. 49m.	. . . .	30	54
8h. 50m.	2te Einspritzung; eine Spritze voll	—	54
8h. 51m.	Brechbewegungen und Erbrechen einer galligen Flüssigkeit.		
8h. 52m.	3te Einspritzung; eine Spritze voll		
8h. 54m.	Der Hund schreit etwas	—	172
8h. 55m.	. . . .	—	176
8h. 56m.	. . . .	—	188
8h. 57m.	. . . .	—	188
8h. 58m.	Hund vollkommen ruhig	24	192
8h. 59m.	. . . .	—	192
9h. . .	Seit der 3ten Einspritzung sind die Pulse gespannter und grösser als vorher	—	192
9h. 1m.	4te Einspritzung; eine Spritze voll; gleich darauf Brechbewegung.		
9h. 3m.	Hund ruhig	—	204
9h. 4m.	. . . .	—	204
9h. 5m.	. . . .	—	204
9h. 8m.	Durchschneidung des rechten Vagus; Tod.		

— — —

Viertes Experiment.

Mittelgrosser, kräftiger Hund.

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
7h. 31m.	Das Röhrchen ist eingebunden und Alles zum Einspritzen bereit.	88
7h. 32m.	. . . .	82
7h. 33m.	. . . .	
7h. 35m.	1ste Einspritzung (⅔ Spritze). Gleich darauf Brechbewegungen und Erbrechen.	
7h. 39m.	Grosse Unregelmässigkeit des Pulses . . .	68
7h. 41m.	. . . . dito	64
7h. 42m.	2te Einspritzung (⅔ Spritze).	
7h. 44m.	Fortdauernd grosse Unregelmässigkeit des Pulses	60
7h. 45m.	. . . . dito	60
7h. 47m.	. . . . dito	64
7h. 48m.	3te Einspritzung (⅔ Spritze).	
7h. 56m.	4te Einspritzung (⅔ Spritze).	
7h. 57m.	. . . .	58
7h. 58m.	. . . .	64
8h. 1m.	Bei vollkommener Ruhe des Thieres . . .	216
8h. 7m.	5te Einspritzung (⅔ Spritze).	
8h. 8m.	16 Respirationen	216
8h. 14m.	. . . .	204
8h. 17m.	18 Respirationen	204
	Der Tod erfolgt erst Mittags um 12 Uhr.	

Fünftes Fxperiment.

Kräftiger Dachshund.

7h. 31m.	Das Injectionsröhrchen ist eingebunden und Alles zum Einspritzen bereit.	
7h. 32m.	Das Thier ist ruhig	112
7h. 34m.	. . . .	116
7h. 35m.	. . . .	128
7h. 36m.	. . . .	116
7h. 37m.	. . . .	116

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt 7h. 37m.	1ste Einspritznng ($\frac{2}{3}$ Spritze). Gleich darauf etwas Unruhe.	
7h. 41m.	. . . .	80
7h. 43m.	. . . .	80
7h. 44m.	. . . .	78
7h. 45m.	Das Thier vollkommen ruhig	80
7h. 46m.	. . . .	78
7h. 48m.	. . . .	78
7h. 48m.	2te Einspritzung ($\frac{2}{3}$ Spritze).	
7h. 50m.	Das Thier etwas unruhiger	78
7h. 51m.	Grössere Unruhe	80
7h. 52m.	. . . .	84
7h. 53m.	Das Thier schreit fortwährend	80
7h. 55m.	. . . . dito	78
7h. 56m.	. . . . dito	72
7h. 57m.	Die Unruhe wachsend	88
7h. 58m.	3te Einspritzung ($\frac{2}{3}$ Spritze).	
7h. 59m.	Fortwährend grosse Unruhe	68
8h. 2m.	. . . . dito	78
8h. 5m.	. . . . dito	88
8h. 7m.	Das Thier ruhig	96
	4te Einspritzung (ganze Spritze).	
8h. 9m.	Brechbewegungen und Erbrechen.	
8h. 10m.	Hund ruhig	100
8h. 12m.	. . . .	100
8h. 14m.	5te Einspritzung, eine ganze Spritze.	
8h. 17m.	. . . .	216
8h. 23m.	. . . .	216

Das Thier lebte noch Abends 7½ Uhr; am folgenden Morgen fand man es todt. — Es hatte demnach, von dem Ende des Experiments ab gerechnet, mindestens noch 11 Stunden gelebt.

Sechstes Experiment.

Auffallend kräftiger Dachshund.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
7h. 54m.	Das Injectionsröhrchen ist eingebunden und Alles zur Einspritzung bereit.		
8h. 2m.	Grosse Unruhe	—	68—72
8h. 4m. 8h. 5m.	1ste Einspritzung; zwei volle Spritzen hinter einander. Gleich darauf grosse Unruhe.		
8h. 9m.	Das Thier ruhig	—	56
8h. 10m.	. . . .	—	52
8h. 11m.	. . . .	—	44
8h. 12m.	. . . .	—	40
8h. 13m.	. . . .	16	40
8h. 14m.	. . . .	—	40
8h. 15m.	. . . .	—	40
8h. 16m.	. . . .	—	38
8h. 17m.	Complexe Exspiration	28	40
8h. 18m.	. . . .	—	40
8h. 19m.	. . . .	—	40
8h. 20m.	2te Einspritzung, ½ Spritze voll.		
8h. 21m.	. . . .	—	48
8h. 22m.	. . . .	14	52
8h. 25m.	. . . .	16	62
8h. 27m.	3te Einspritzung, ½ Spritze voll.		
8h. 28m.	. . . .	—	68
8h. 30m.	. . . .	16	66
8h. 31m.	4te Einspritzung, eine ganze Spritze.		
8h. 32m.	. . . .	16	72
8h. 34m.	5te Einspritzung, eine ganze Spritze.		
8h. 35m.	. . . .	—	125
8h. 36m.	. . . .	—	136
8h. 37m.	. . . .	—	148
8h. 38m.	. . . .	28	180
8h. 39m.	. . . .	—	192
8h. 40m.	. . . .	19	192
8h. 41m.	. . . .	19	192
8h. 42m.	. . . .	—	192
8h. 44m.	6te Einspritzung, eine ganze Spritze.		
8h. 45m.	. . . .	—	192
8h. 46m.	. . . .	—	186

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequens.
Vormitt.			
8h. 47m.	. . . .	16	186
8h. 48m.	. . . .	—	192
8h. 49m.	. . . .	—	186
8h. 50m.	. . . .	—	192
8h. 52m.	7te Einspritzung, eine ganze Spritze voll.		
8h. 53m.	. . . .	—	192
8h. 54m.	. . . .	12	192
8h. 55m.	. . . .	—	192
9h. 2m.	Durchschneidung beider Nn. vagi. Gleich darauf sehr grosse Unruhe.	—	216
9h. 8m.	. . . .	—	192
9h. 9m.	Tod.		

Siebentes Experiment.

Grosser Wachtelhund.

(Temperatur im Mastdarm = 31°,6 R.)

7h. 48m.	Das Einbinden des Injectionsröhrchens beendet und Alles zum Einspritzen bereit.		
7h. 57m.	Vollkommene Ruhe	—	60
7h. 59m.	. . . . . dito	—	60
8h. 2m.	. . . . . dito	—	60
8h. 5m. 8h. 6m.	1ste Einspritzung, zwei Spritzen hinter einander; die Temperatur des Infus = 34° R.		
8h. 9m.	. . . .	—	44
8h. 10m.	. . . .	—	34
	Darauf Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 13m.	. . . .	—	35
8h. 14m.	. . . .	—	25
8h. 15m.	. . . .	80	23
8h. 16m.	. . . .	78	24
8h. 18m.	. . . .	78	22
8h. 20m.	. . . .	78	25
8h. 22m.	. . . .	—	28
8h. 23m.	Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 24m.	. . . .	26	38

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
8h. 25m.	. . . .	42	31
8h. 27m.	. . . .	—	34
8h. 28m.	. . . .	48	34
8h. 30m.	. . . .	32	34
8h. 32m.	2te Einspritzung, eine Spritze voll, Temperatur des Infus = 34° R.		
8h. 34m.	Brechbewegungen und Erbrechen, mit Beschleunigung der Puls-Frequenz verbunden.		
8h. 37m.	. . . .	—	48
8h. 38m.	3te Einspritzung, eine Spritze voll, Temperatur des Infus = 34° R.		
8h. 39m.	. . . .	—	32
8h. 40m.	4te Einspritzung, eine Spritze voll, Temperatur = 34° R.		
8h. 41m.	. . . .	—	132
8h. 42m.	. . . .	—	204
8h. 43m.	. . . .	22	204
8h. 44m.	. . . .	—	204
8h. 46m.	Hund unruhig; Puls unfühlbar; gleich darauf Tod*).		

Achtes Experiment.

Wachtelhund.

(Temperatur des Mastdarms = 32°,4 R.)

8h. 3m.	Die Einbindung des Injectionsröhrchens vollendet und Alles zum Einspritzen bereit.		
8h. 5m.	Das Thier vollkommen ruhig . .	—	82
8h. 10m.	. . . . . . dito	—	82
8h. 12m.	. . . . . . dito	—	82
8h. 13m.	. . . . . . dito	12	82
8h. 14m.	. . . . . . dito	—	80
8h. 16m.	. . . . . . dito	18	82
8h. 18m.	. . . . . . dito	12	80
8h. 20m.	. . . . . . dito	—	82

*) Der Hund, der zu diesem Experiment diente, war von Anfang bis zu Ende des Versuchs musterhaft ruhig.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
8h. 22m.	Das Thier vollkommen ruhig . .	12	78
8h. 23m. 8h. 24m.	1ste Einspritzung, zwei volle Spritzen hinter einander. Temperatur des Infus. = 33,°5 R.		
8h. 25m.	Sehr starke Pulsbeschleunigung, verbunden mit abnormer Kleinheit des Pulses.		
8h. 27m.	. . . .	—	40
	Bald darauf Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 29m.	Fortdauer der Brechbewegungen.		
8h. 30m.	. . . .	—	34
8h. 31m.	. . . .	16	38
8h. 32m.	. . . .	12	—
	Bald darauf Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 33m.	. . . .	—	40
8h. 34m.	. . . .	16	48
8h. 35m.	. . . .	20	64
8h. 37m.	2te Einspritzung, eine Spritze voll.		
8h. 38m.	. . . .	—	60
	Gleich darauf Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 39m.	. . . .	—	42
8h. 41m.	Grosse Unregelmässigkeit der Pulse.	12	108
8h. 42m.	. . . .	—	108
8h. 44m.	3te Einspritzung, eine Spritze voll, Temperatur = 33° R.		
8h. 45m.	Brechbewegungen.	—	168
8h. 46m.	. . . .	—	168
8h. 47m.	. . . .	—	192
8h. 48m.	. . . .		
8h. 49m.	Pulslosigkeit und Verschwinden der Herztöne. Trotzdem respirirt das Thier noch zwei Minuten lang*).		

*) Während des ganzen Experiments verhielt sich das Thier vollkommen ruhig.

Neuntes Experiment.

Grosser, starker Wachtelhund.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
8h. 3m.	Alles zum Einspritzen bereit.		
8h. 6m. 8h. 7m. 8h. 8m.	Vollkommene Ruhe des Thieres.	12—13	88
8h. 9m.	1ste Einspritzung von Digitalis-Infus; zwei ganze Spritzen hinter einander von 32° R.		
8h. 10m.	Brechbewegungen, grosse Unruhe.		
8h. 13m.	. . . .	—	88
8h. 15m.	2te Einspritzung; eine Spritze voll.		
8h. 16m.	. . . .	—	48
8h. 17m.	Das Thier ruhig	32	36
8h. 18m.	. . . .	32	56
8h. 19m.	. . . .	36	52
8h. 20m.	. . . .	36	34
8h. 21m.	. . . .	22	20
8h. 22m.	. . . .	32	20
8h. 23m.	. . . .	31	22
8h. 24m.	. . . .	—	23
8h. 25m.	. . . .	32	20
8h. 26m.	3te Einspritzung, ½ Spritze voll .	—	22
8h. 27m.	Das Thier fortdauernd ruhig . .	38	25
8h. 28m.	. . . .	24	22
8h. 29m.	Am Ende einer jeden Inspiration ein Herzschlag	24	24
8h. 30m.	. . . . . . dito	32	32
8h. 31m.	. . . . . . dito	40	40
8h. 32m.	Hund fortdauernd ruhig	32	120
8h. 33m.	. . . .	41	168
8h. 34m.	. . . .	38	174
8h. 35m.	. . . .	40	168
8h. 36m.	. . . .	38	168
8h. 39m.	Complexe Exspiration.	28	186
8h. 40m.	. . . . . . dito	32	180
8h. 41m.	. . . . . . dito	32	186
8h. 42m.	. . . . . . dito	36	186
8h. 44m.	. . . . . . dito	34	192
8h. 49m.	. . . . . . dito	36	192
8h. 50m.	Beendigung des Experiments.		

Das entfesselte Thier zeigt ausser einem gewissen Grad von Muskelschwäche nichts Abnormes. Sein Gang ist Anfangs etwas schwankend. Es lebte bis 11 Uhr Vormittags, also noch mehr also 2 Stunden lang nach Beendigung des Versuchs.

Zehntes Experiment.

Anderthalbjähriger, kräftiger Rattenfängerhund.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
7h. 59m.	Alles zum Einspritzen bereit.		
8h. . .	Vollkommene Ruhe des Thieres .	—	88
8h. 1m.	. . . . . dito	10	82
8h. 2m.	. . . . . dito	12	83
8h. 3m.	. . . . . dito	—	80
8h. 4m.	. . . . . dito	14	86
8h. 5m.	. . . . . dito	—	84
8h. 6m. 8h. 7m.	Einspritzung von Digitalis-Infus 2½ Spritzen hinter einander von 33° R.		
8h. 8m.	Hund vollkommen ruhig	—	66
8h. 9m.	. . . . . dito	—	52
8h. 11m.	. . . . . dito	14	34
8h. 15m.	. . . . . dito	—	38
8h. 16m.	. . . . . dito	—	160
8h. 17m.	. . . . . dito	20	144
8h. 19m.	. . . . . dito	—	140
8h. 21m.	. . . . . dito	22	144
8h. 22m.	. . . . . dito . . . . Gleich darauf Brechbewegungen und Erbrechen.	22	144
8h. 24m.	. . . .	17	150
8h. 26m.	. . . .	11	150
8h. 31m.	Entfernung des Injectionsröhrchens, Unterbindung der Jugular-Vene und Schliessung der Halswunde.		
8h. 32m.	. . . .	—	180
8h. 33m.	. . . .	15	180
8h. 34m.	Entfesselung des Thieres.		

Das Thier war bis gegen 12 Uhr ziemlich munter; der Gang kräftig. Doch erbrach es sich mehrere Male und hatte häufigen

Drang zur Darmentleerung. Erst um 12 Uhr trat eine ausserordentliche Unruhe ein. Der Tod erfolgte unter dem Erscheinen einer schaumigen Flüssigkeit vor dem Munde.

Eilftes Experiment.

Schwach gebauter Rattenfänger †).

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
7h. 48m.	Vena jugular. blossgelegt und das Röhrchen eingebunden.	
7h. 49m.	. . . .	132
7h. 50m.	Etwas Zittern	140
7h. 52m.	Zittern, aber Ruhe	136
7h. 53m.	1. Spritze (30⁰ R.).	
7h. 54m.	2. Spritze. Hund vollkommen ruhig . . .	64
7h. 55m.	Etwas Unruhe	76
7h. 56m.	Ruhe und Zittern	72
7h. 57m.	. . . .	64
7h. 58m.	Zittern, Ruhe	64
7h. 59m.	Zittern	66
8h. . .	Zittern	66
8h. 3m.	3. und 4. Spritze. Während dessen schwache Brechbewegungen, worauf das Thier ohnmächtig wird.	
8h. 5m.	. . . .	24
8h. 7m.	Vollkommene Ruhe	39
8h. 9m.	. . . .	56
8h. 10m.	5. und 6. Spritze	48
8h. 11m.	Brechbewegung; gleich darauf Tod; Puls unfühlbar.	

†) Dieses Experiment, das ich nachträglich unter meinen Papieren aufgefunden habe, theile ich deshalb hier mit, weil es beweisst, dass der Tod im ersten Stadium der Digitalisnarcose eintreten kann.

---

2) Versuche, in denen zunächst durch Einspritzung von Digitalis-Infus die Anzahl der Herzcontractionen vermindert und nach eingetretener Verminderung die Durchschneidung der Nn. vagi (am Halse) vorgenommen wurde*).

Zwölftes Experiment.
Starker Dachshund.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
7h. 56m.	Alles zum Einspritzen bereit.		
7h. 57m.	. . . .	—	68
7h. 58m.	. . . .	—	72
7h. 59m.	. . . .	14	72
8h. . .	. . . .	—	74
8h. 1m.	. . . .	14	76
	Darauf Blosslegung beider Nn. vagi.		
8h. 6m.	. . . .	14	70
8h. 7m.	. . . .	—	72
8h. 8m.	. . . .	—	72
8h. 9m.	Einspritzung von Digitalis-Infus, zwei volle Spritzen hinter einander von 33° R.		
8h. 11m.	. . . .	—	50
8h. 12m.	. . . .	14	46
8h. 13m.	. . . .	10	44
8h. 14m.	. . . .	11	52
8h. 15m.	Durchschneidung des linken N. vagus.		
8h. 17m.	. . . .	20	92
8h. 18m.	. . . .	—	99
8h. 19m.	Durchschneidung des rechten N. vagus.		
8h. 20m.	. . . .	—	204
8h. 21m.	. . . .	—	180
8h. 22m.	. . . .	—	176
8h. 23m.	. . . .	4	176
8h. 24m.	. . . .	4	176
8h. 26m.	. . . .	—	184
8h. 27m.	Sehr angestrengte Exspirationen .	4	204
8h. 30m.	. . . .	—	204
8h. 31m.	Einspritzung von Digitalis-Infus, eine Spritze voll.		
8h. 32m.	. . . .	—	204

*) In mehreren dieser Experimente sind die Einspritzungen auch nach der Durchschneidung der Nn. vagi fortgesetzt worden; diese Versuche zählen deshalb, wie natürlich, auch zur dritten Categorie.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
8h. 33m.	. . . .	—	204
8h. 34m.	Eröffnung beider Thoraxhöhlen. Das Herz pulsirt noch sehr häufig und kräftig.		
8h. 36m.	. . . .	—	56
8h. 37m.	Stillstand des Herzens.		
8h. 39m.	Die Reizbarkeit des Herzens erloschen.		

Dreizehntes Experiment.
Kräftiger Rattenfängerhund.

8h. 19m.	Die Einbindung des Injectionsröhrchens und die Blosslegung beider Nn. vagi vollendet.		
8h. 20m.	. . . .	16	88
8h. 22m.	. . . .	—	82
8h. 23m.	. . . .	16	84
8h. 24m.	. . . .	15	88
8h. 25m.	. . . .	—	88
8h. 26m.	. . . .	—	88
8h. 27m.	Einspritzung von Digitalis-Infus, 1⅔ Spritzen, 33° R.		
8h. 29m.	. . . .	—	62
8h. 30m.	. . . .	12	40
8h. 31m.	. . . .	—	40
8h. 32m.	. . . .	—	40
	Bald darauf Brechbewegungen und Erbrechen.		
8h. 33m.	. . . . dito	—	40
8h. 35m.	. . . .	—	40
8h. 36m.	Durchschneidung des linken Nervus vagus.		
8h. 36m.	. . . .	—	78
8h. 37m.	. . . .	—	66
8h. 38m.	Durchschneidung des rechten Nervus vagus.		
8h. 39m.	. . . .	—	216
8h. 40m.	. . . .	—	204
8h. 41m.	. . . .	—	184
8h. 42m.	. . . .	—	184
8h. 43m.	. . . .	8	184
8h. 45m.	Eröffnung beider Thoraxhälften, wobei das Herz noch kräftig pulsirt.		

Vierzehntes Experiment.
Mittelgrosser Hund.

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Nachmitt.		
2h. 8m.	Alles zum Einspritzen bereit	121
	Bald darauf Einspritzung von Digitalis-Infus (⅔ Spritze).	
2h. 11m.	. . . .	88
2h. 14m.	. . . .	50
2h. 16m.	. . . .	48
2h. 17m.	. . . .	48
2h. 19m.	Durchschneidung des rechten Nervus vagus.	
2h. 21m.	. . . .	66
2h. 27m.	Durchschneidung des linken Nervus vagus .	204

Fünfzehntes Experiment.
Kräftiger Wachtelhund.

Vormitt.		
8h. 34m.	Alles zum Einspritzen bereit und auch die Nn. vagi blossgelegt.	
8h. 37m.	Das Thier zittert fast fortwährend	132
8h. 38m.	. . . . dito	132
8h. 42m.	Zittern und mässiges Geschrei	120
8h. 43m.	. . . . dito	120
8h. 45m.	. . . . dito	120
8h. 47m.	1ste Einspritzung von Digitalis-Infus (⅓ Spritze, von 33° R.).	
8h. 49m.	Kein Zittern, aber Geschrei	104
8h. 50m.	. . . .	60
8h. 51m.	Vollkommene Ruhe, zwei deutliche Herztöne	56
8h. 52m.	. . . . dito	60
8h. 53m.	. . . . dito	60
8h. 54m.	. . . . dito	60
8h. 55m.	. . . . dito	58
8h. 56m.	. . . . dito	62
8h. 57m.	. . . . dito	56
8h. 58m.	2te Einspritzung (kaum ⅓ Spritze, von 33° R.).	
8h. 59m.	Vollkommene Ruhe	42
9h. . .	. . . . dito	52
9h. 2m.	. . . . dito	56
9h. 3m.	. . . . dito	48

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
9h. 5m.	Vollkommene Ruhe	48
9h. 6m.	. . . . dito	50
9h. 8m.	Durchschneidung des linken N. vagus.	
9h. 10m.	Grosse Unregelmässigkeit des Pulses . . . Gleich darauf Durchschneidung des rechten N. vagus.	76
9h. 11m.	Vollkommene Regelmässigkeit des Pulses . .	204
9h. 12m.	. . . . dito	204
9h. 13m.	. . . . dito	204
9h. 15m.	. . . . dito	204
9h. 16m.	3te Einspritzung (eine Spritze voll, 33° R.).	
9h. 19m.	Grosse Unregelmässigkeit des Pulses . . .	204
8h. 20m.	4te Einspritzung (eine Spritze voll, 33° R.). Gleich darauf Pulslosigkeit und Verschwinden der Herztöne.	
9h. 21m.	Trotzdem athmet das Thier noch fort.	
9h. 22m.	Noch Athembewegungen, aber selten.	

Sechszehntes Experiment.
Sehr kräftiger Wachtelhund.

Nachmitt.		
3h. 51m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung der Nn. vagi vollendet.	
3h. 52m.	Hund ruhig aber zitternd	132
3h. 53m.	. . . . dito	132
3h. 54m.	. . . . dito	140
3h. 55m.	. . . . dito	136
3h. 56m.	. . . . Bald darauf 1ste Einspritzung von Digitalis-Infus ($\frac{1}{3}$ Spritze, 33° R.)	136
3h. 57m. 3h. 58m.	} Sehr grosse Unruhe.	
3h. 59m.	. . . .	108
4h. 1m.	Hund ruhig	84
4h. 2m.	. . . . dito	76
4h. 3m.	. . . . dito	68
4h. 5m.	. . . . dito	80
4h. 6m.	. . . . dito	82
4h. 7m.	2te Einspritzung ($\frac{1}{3}$ Spritze, von 33° R.).	
4h. 8m.	. . . .	72
4h. 9m.	Das Thier wird unruhig.	

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Nachmitt.		
4h. 10m.	. . . .	72
4h. 11m.	Grosse Unruhe	74
4h. 12m.	. . . . dito	64
4h. 15m.	Durchschneidung beider Nn. vagi vollendet. Gleich darauf sehr grosse Unruhe und Erbrechen.	
4h. 17m.	Noch immer grosse Unruhe	228
4h. 18m.	Das Thier wird ruhiger	216
4h. 19m.	. . . .	228
4h. 20m.	Vollkommene Ruhe	216—28
4h. 21m.	3te Einspritzung (eine Spritze, 33° R.).	
4h. 22m. 4h. 23m.	Grosse Unruhe.	
4h. 24m.	Das Thier ist ruhiger	228
4h. 25m.	. . . . dito	228
4h. 26m.	. . . . dito	228—40
4h. 27m.	4te Einspritzung (eine volle Spritze, 33° R.).	
4h. 28m.	Das Thier ist ruhiger	216
4h. 29m.	. . . . dito	216
4h. 31m.	. . . .	216
4h. 32m.	Grosse Unregelmässigkeit des Pulses . . .	228
4h. 33m.	. . . .	228
4h. 34m.	Die Pulse sehr unregelmässig und ungleich .	228
4h. 35m.	5te Einspritzung (eine volle Spritze von 33° R.).	
4h. 36m.	. . . .	228
4h. 37m.	. . . .	216
4h. 39m.	. . . .	216
4h. 41m.	. . . .	216
4h. 42m.	6te Einspritzung (eine volle Spritze von 33° R.).	
4h. 43m.	. . . .	216
4h. 44m.	Pulslosigkeit. Bald darauf Tod.	

Siebzehntes Experiment.

Grosser Schäferhund (fast doppelt so gross, als eines der vorher angewendeten Thiere).

3h. 52m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung der Nn. vagi vollendet.	
3h. 54m.	Das Thier ist ruhig	120
3h. 55m.	. . . . dito	124
3h. 56m.	. . . . dito	126
3h. 57m.	1te Einspritzung ($\frac{1}{2}$ Spritze von 33° R.).	

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Nachmitt.		
3h. 58m.	Grosse Unruhe.	
3h. 59m.	Das Thier ist ruhiger	128
4h. . .	. . . .	120
4h. 1m.	. . . .	116
4h. 2m.	. . . .	120
4h. 3m.	. . . .	124
4h. 4m.	2te Einspritzung ($\frac{1}{2}$ Spritze von 33° R.). Gleich darauf grosse Unruhe.	
4h. 6m.	. . . .	84
4h. 7m.	Mässiges Geschrei	92
4h. 8m.	. . . . dito	90
4h. 9m.	. . . . dito	88
4h. 10m.	. . . . dito	88
4h. 11m.	3te Einspritzung ($\frac{1}{2}$ Spritze von 33° R.).	
4h. 12m.	Fortwährendes Geschrei	84
4h. 14m.	. . . . dito	84
4h. 15m.	. . . . dito	72
4h. 16m.	. . . . dito	72
4h. 17m.	. . . . dito	72
4h. 18m.	4te Einspritzung ($\frac{1}{2}$ Spritze voll, 33° R.).	
4h. 19m.	Fortwährendes Geschrei	68
4h. 20m.	. . . . dito	66
4h. 21m.	. . . . dito	64
4h. 24m.	Durchschneidung beider Nn. vagi vollendet. Gleich darauf enorme Respirations-Krämpfe.	
4h. 26m.	Das Thier ist beruhigt	204
4h. 27m.	Ruhe	168
4h. 28m.	. . . . dito	168
4h. 29m.	. . . . dito	168
4h. 30m.	Etwas Unruhe	180
4h. 31m.	. . . .	180
4h. 32m.	Wachsende Unruhe, zwei normale Herztöne .	186
4h. 34m.	Unruhe	186
	Gleich darauf 5te Einspritzung ($\frac{1}{2}$ Spritze von 33° R.).	
4h. 35m. 4h. 37m.	} Sehr grosse Unruhe.	
4h. 38m.	. . . . dito	240
4h. 39m.	. . . . dito	240
4h. 40m.	. . . . dito	240
	Bald darauf wird das Thier durch Anstechung beider Thoraxhälften getödtet.	

Achtzehntes Experiment.

Grosser, kräftiger Pudelhund (von derselben Grösse als das vorhergehende Thier).

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 9h. 26m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung der Nn. vagi vollendet.		
9h. 27m.	Das Thier ist ruhig.	—	96
9h. 28m.	. . . . . . dito	—	100
9h. 29m.	. . . . . . dito	18	102
9h. 30m.	. . . . . . dito	20	102
9h. 31m.	. . . . . . dito	—	98
9h. 32m.	. . . . . . dito	18	98
9h. 33m.	. . . . . . dito	17	100
9h. 34m.	1ste Einspritzung (½ Spritze von 33° R.).		
9h. 35m.	Das Thier vollkommen ruhig . .	—	96
9h. 36m.	. . . . . . dito	—	88
9h. 37m.	. . . . . . dito	—	74
9h. 38m.	. . . . . . dito	17	64
9h. 39m.	. . . . . . dito	—	62
9h. 40m.	. . . . . . dito	16	64
9h. 41m.	. . . . . . dito	16	64
9h. 42m.	. . . . . . dito	15	68
9h. 43m.	. . . . . . dito	18	66
9h. 44m.	. . . . . . dito	16	72
9h. 45m.	2te Einspritzung (½ Spritze voll von 33° R.).		
9h. 46m.	Das Thier vollkommen ruhig . .	16	66
9h. 47m.	. . . . . . dito	—	68
9h. 48m.	. . . . . . dito	17	68
9h. 49m.	. . . . . . dito	20	72
9h. 50m.	. . . . . . dito	16	72
9h. 51m.	. . . . . . dito	14	68
9h. 52m.	. . . . . . dito	—	72
9h. 53m.	. . . . . . dito	—	76
9h. 54m.	. . . . . . dito	18	84
9h. 55m.	3te Einspritzung (½ Spritze von 33° R.).		
9h. 56m.	Das Thier ruhig	—	72
9h. 57m.	Leises Heulen	12	76
9h. 58m.	. . . . . . dito	11	82
9h. 59m.	Verstärktes Heulen	10	72

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
10h. . .	Verstärktes Heulen	—	70
10h. 1m.	Leises Heulen	—	70
10h. 2m.	. . . . . . dito. Das Thier sonst ruhig .	12	72
10h. 3m.	. . . . . . dito	—	76
10h. 4m.	4te Einspritzung (½ Spritze von 33⁰ R.).		
10h. 5m.	. . . .	—	76
10h. 6m.	. . . .	10	72
10h. 7m.	Das Thier vollkommen ruhig . .	—	70
10h. 8m.	. . . . . . dito	14	72
10h. 9m.	. . . . . . dito	—	70
10h. 10m.	. . . . . . dito	—	68
10h. 11m.	Das Thier ruhig, aber zeitweise etwas zitternd	16	68
10h. 12m.	. . . . . . dito	—	60
10h. 13m.	. . . . . . dito	—	66
10h. 14m.	. . . . . . dito	14	66
10h. 15m.	. . . . . . dito	—	66
10h. 18m.	Die Durchschneidung beider N. vagi vollendet; gleich darauf Unruhe.		
10h. 20m.	. . . .	—	192
10h. 21m.	Das Thier ruhig	4	192
10h. 23m.	. . . . . . dito	6	216
10h. 24m.	dito (Herzimpuls sehr schwach, Cruralpuls fehlend, nur ein Herzton wahrnehmbar)	—	156
10h. 25m.	. . . . . . dito	8	144
10h. 26m.	. . . . . . dito	—	156
10h. 27m.	. . . . . . dito	6	156
10h. 28m.	. . . . . . dito	—	144
10h. 29m.	5te Einspritzung (½ Spritze von 33⁰ R.).		
10h. 30m.	Das Thier vollkommen ruhig, Cruralpuls fehlend, nur ein Herzton .	—	120
10h. 32m.	. . . . . . dito	8	120
10h. 33m.	. . . . . . dito	—	156
10h. 34m.	. . . . . . dito	—	216
10h. 35m.	. . . . . . dito	6	192
10h. 37m.	. . . . . . dito	—	180
10h. 38m.	. . . . . . dito	—	168
10h. 39m.	6te Einspritzung (eine ganze Spritze von 33⁰ R.).		

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 10h. 40m.	Das Verhalten des Thieres wie vor der Einspritzung	—	168
10h. 41m.	. . . . . dito	4	204
10h. 42m.	7te Einspritzung (eine ganze Spritze voll).		
10h. 43m.	Das Verhalten des Thieres wie vor der Einspritzung	—	216
10h. 44m.	. . . . . dito	—	216
10h. 45m.	Pulslosigkeit, Verschwinden der Herztöne, trotzdem Fortdauer der Respirationen.		

---

3) Versuche, in denen zunächst die Durchschneidung der Nn. vagi vorgenommen und hierauf das Digitalis-Infus in die Vene gespritzt wurde.

Neunzehntes Experiment.

Mässig kräftiger Wachtelhund.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Nachmitt. 3h. 56m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Durchschneidung beider Nn. vagi vollendet; gleich darauf grosse Unruhe und gewaltsame complexe Expirationen.		
4h. 57m.	Das Thier ruhig	—	180
4h. 58m.	. . . . . . dito	6	180
4h. 59m.	. . . . . . dito	—	174
4h. . .	. . . . . . dito	—	168
4h. 1m.	. . . . . . dito	8	168
4h. 2m.	Zwei normale Herztöne, Hund ruhig	—	168
4h. 3m.	. . . . . . dito	—	176
4h. 4m.	. . . . . . dito	—	180
4h. 5m.	. . . . . . dito	11	180
4h. 6m.	. . . . . . dito	10	180

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Nachmitt.			
4h. 7m.	Zwei normale Herztöne, Hund ruhig	10	180
4h. 8m.	1ste Einspritzung (½ Spritze, 33° R.).		
4h. 9m.	Das Thier ist ruhig	—	168
4h. 10m.	. . . .	10	174
4h. 11m.	. . . .	—	174
4h. 12m.	. . . .	9	168
4h. 13m.	. . . .	—	168
4h. 14m.	. . . .	7	168
4h. 15m.	. . . .	—	168
4h. 16m.	2te Einspritzung (½ Spritze, 33° R.).		
4h. 17m.	Das Thier vollkommen ruhig . .	7	162
4h. 18m.	. . . .	—	162
4h. 19m.	. . . .	—	162
4h. 20m.	. . . .	—	162
4h. 21m.	. . . .	—	162
4h. 22m.	. . . .	—	162
4h. 23m.	3te Einspritzung (½ Spritze, 33° R.).		
4h. 24m.	Das Thier vollkommen ruhig . .	—	152
4h. 25m.	. . . . . dito	—	156
4h. 26m.	. . . . . dito	8	152
4h. 27m.	. . . . . dito	—	156
4h. 28m.	Unruhe	—	168
4h. 29m.	Das Thier ruhig	—	152
4h. 30m.	. . . . . dito	—	152
4h. 31m.	. . . . . dito	5	156
4h. 32m.	4te Einspritzung (½ Spritze, 33° R.). Gleich darauf Unruhe.		
4h. 33m.	Das Thier ruhig	—	160
4h. 34m.	Unruhe	—	—
4h. 35m.	Das Thier ruhig	—	174
4h. 36m.	. . . . . dito	—	180
4h. 37m.	. . . . . dito	7	180
4h. 39m.	Unruhe	—	—
4h. 40m.	Das Thier ist ruhig	—	180
4h. 41m.	5te Einspritzung (½ Spritze, 33° R.).		
4h. 42m.	Unruhe	—	186
4h. 43m.	Ruhe; systolisches Aftergeräusch während der Exspiration . . .	—	180
4h. 44m.	Ruhe	—	180
4h. 45m.	Unruhe	—	192
4h. 47m.	Ruhe	—	180
4h. 48m.	Mässige Unruhe	—	186
4h. 49m.	6te Einspritzung (fast ½ Spritze, 33° R.).		

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Nachmitt.			
4h. 50m.	Ruhe	—	180
4h. 51m.	Wachsende Unruhe, verbunden mit Unregelmässigkeit und Verlangsamung des Pulses.		
4h. 52m.	Pulslosigkeit und Tod.		

Zwanzigstes Experiment.

Kräftiger, junger Schlächterhund.

5h. 15m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Durchschneidung der Nn. vagi vollendet. Nach dieser letzteren Operation grosse Unruhe.		
5h. 17m.	Hund fast ruhig	—	132
5h. 18m.	Ruhe	—	128
5h. 19m.	. . . . . dito	—	124
5h. 20m.	. . . . . dito	6	124
5h. 21m.	. . . . . dito	7	128
5h. 22m.	. . . . . dito	7	128
5h. 23m.	Etwas unruhig	—	132
5h. 24m.	Ruhe	8	132
5h. 25m.	. . . . . dito	9	132
5h. 26m.	. . . . . dito	18	136
5h. 27m.	. . . . . dito	16	140
5h. 28m.	1ste Einspritzung ($\frac{1}{2}$ Spritze, 33° R.).; gleich darauf Unruhe.		
5h. 29m.	Das Thier ist ruhiger	—	144
6h. 30m.	Ruhe	5	136
5h. 31m.	. . . . . dito	8	136
5h. 32m.	. . . . . dito	6	136
5h 33m.	. . . . . dito	—	136
5h. 35m.	Unruhe, gewaltsame complexe Exspirationen.		
5h. 37m.	. . . . . dito	—	140
5h. 38m.	. . . . . dito	—	132
5h. 39m.	2te Einspritzung ($\frac{1}{2}$ Spritze, 33° R.).		
5h. 40m.	Noch immer gewaltsame complexe Exspirationen	—	136
5h. 42m.	Ruhigere Respiration	6	172
5h. 43m.	Vollkommene Ruhe	—	192

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Nachmitt.			
5h. 44m.	Vollkommene Ruhe	6	192
5h. 45m.	. . . . . dito	6	198
5h. 46m.	3te Einspritzung (½ Spritze, 33° R.).		
5h. 47m.	Ruhe	7	192
5h. 48m.	Unruhe, complexe Exspiration . .	—	216
5h. 49m.	. . . . . dito	—	216
5h. 50m.	. . . . . dito	8	240
5h. 51m.	. . . .	—	240
5h. 52m.	Ruhe	6	240
5h. 53m.	4te Einspritzung (½ Spritze, 33° R.).		
5h. 54m.	Unruhe	8	240
5h. 55m.	Hund ruhiger (systolisches Aftergeräusch in der Herzgegend) . .	—	240
5h. 56m.	Ruhe	—	240
5h. 57m.	. . . . . dito	6	240
5h. 58m.	Ruhe, dabei Unregelmässigkeit des Pulses	—	204
5h. 59m.	. . . . . dito	4	204
6h. . .	Etwas Unruhe bei fortdauernder Unregelmässigkeit des Pulses .	—	192
6h. 1m.	. . . . . dito	—	180
6h. 2m.	5te Einspritzung (⅓ Spritze, 33° R.).		
6h. 3m.	Ruhe; grosse Unregelmässigkeit des Pulses	—	192
6h. 4m.	. . . . . dito	5	180
6h. 5m.	. . . . . dito	—	168
6h. 6m.	. . . . . dito	4	168
6h. 7m.	Ruhe; grössere Regelmässigkeit des Pulses	—	168
6h. 9m.	Ruhe; Puls fast regelmässig . .	4	180
6h. 10m.	6te Einspritzung (½ Spritze, 33° R.).		
6h. 11m.	Ruhe; Puls fast regelmässig . .	—	192
6h. 12m.	. . . . . dito	—	192
	Bald darauf Pulslosigkeit, Mangel der Herztöne, tonischer Krampf des ganzen Körpers, Tod.		

Einundzwanzigstes Experiment.

Kräftiger Rattenfängerhund.

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
8h. 2m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung der Nn. vagi vollendet.		
8h. 4m.	. . . .	12	124
8h. 5m.	Hund ruhig	12	126
8h. 6m.	. . . . . dito	12	126
8h. 7m.	. . . . . dito	—	126
8h. 8m.	Durchschneidung des rechten Nn. vagus.		
8h. 10m.	Durchschneidung des linken Nn. vagus.		
8h. 11m.	Ruhe	—	216
8h. 12m.	. . . . . dito	10	204
8h. 14m.	. . . . . dito	12	204
8h. 17m.	Zwei normale Herztöne	12	216
8h. 18m.	. . . .	—	204
8h. 20m.	1ste Einspritzung ($\frac{2}{3}$ Spritze, 33° R.).		
8h. 21m.	. . . .	—	204
8h. 22m.	. . . .	8	180
8h. 23m.	. . . .	—	180
8h. 24m.	. . . .	—	180
8h. 25m.	. . . .	—	180
8h. 26m.	. . . .	9	192
8h. 27m.	. . . .	—	180
8h. 28m.	. . . .	—	180
8h. 29m.	2te Einspritzung ($\frac{3}{4}$ Spritze, 33° R.).		
8h. 30m.	Cruralpuls gross und gespannt .	—	180
8h. 31m.	. . . . . dito	—	192
8h. 32m.	. . . . . dito	—	192
8h. 33m.	. . . . . dito	—	192
8h. 34m.	. . . . . dito	—	192
8h. 36m.	. . . . . dito	—	192
8h. 37m.	. . . . . dito	—	204
8h. 38m.	3te Einspritzung ($\frac{2}{3}$ Spritze, 33° R.).		
8h. 39m.	. . . .	—	204
8h. 40m.	. . . .	—	216
8h. 41m.	. . . .	8	216
8h. 42m.	. . . .	—	204
8h. 44m.	. . . .	—	204
8h. 45m.	. . . .	—	216
8h. 46m.	. . . .	—	216

Zeit.	Bemerkungen.	Respirations-Frequenz.	Puls-Frequenz.
Vormitt.			
8h. 49m.	4te Einspritzung (⅔ Spritze).		
8h. 50m.	Der Puls wird aussetzend.		
8h. 51m.	Unregelmässigkeit des Pulses . .	—	192
8h. 52m.	Puls häufig aussetzend und weniger gespannt	—	192
8h. 53m.	. . . .	—	192
8h. 54m.	. . . .	—	192
8h. 55m.	Puls regelmässiger, grösser und gespannter	—	204
8h. 56m.	. . . .	—	204
8h. 58m.	5te Einspritzung (⅔ Spritze, 33° R.).		
8h. 59m.	Pulslosigkeit und Tod.		

Zweiundzwanzigstes Experiment.

Kleiner, mässig kräftiger Wachtelhund.

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
8h. 47m.	Alles zum Einspritzen bereit.	
8h. 48m.	. . . .	88
8h. 50m.	. . . .	80
8h. 51m.	. . . .	80
8h. 52m.	. . . .	80
8h. 55m.	Durchschneidung des rechten Nervus vagus.	
8h. 56m.	. . . .	128
8h. 57m.	Durchschneidung des linken Nervus vagus.	
8h. 59m.	Ruhe; systolisches Aftergeräusch am Herzen.	204
9h. . .	. . . . dito	204
9h. 3m.	. . . . dito	216
9h. 7m.	. . . .	216
9h. 10m.	. . . .	240
9h. 14m.	1ste Einspritzung (⅔ Spritze von 33° R.).	
9h. 16m.	Unruhe	240
9h. 17m.	. . . . dito	240
9h. 18m.	Ruhe	240
9h. 22m.	. . . . dito	216

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
9h. 23m.	Das Aftergeräusch fast vollständig verschwunden; Ruhe	204
9h. 26m.	. . . . dito	204
9h. 28m.	. . . . dito	204
9h. 29m.	2te Einspritzung (⅔ Spritze, 33° R.).	
9h. 30m.	Etwas Unruhe	216
9h. 31m.	Complexe Exspiration	216
9h. 32m.	. . . . dito	240
9h. 33m.	. . . . dito	240
9h. 34m.	dito; lautes und deutliches Aftergeräusch bei jeder Systole.	
9h. 36m.	. . . . dito	240
9h. 39m.	Puls sehr unregelmässig und ungleich.	
9h. 40m.	. . . . dito	192
9h. 41m.	. . . . dito	204
9h. 42m.	3te Einspritzung (⅔ Spritze).	
9h. 43m.	Ruhe . . . , ...	204
9h. 44m.	dito; Unregelmässigkeit und Ungleichheit des Pulses; lautes systolisches Aftergeräusch und Mangel des zweiten Tones	204
9h. 46m.	. . . . dito	216
9h. 47m.	. . . . dito	216
9h. 48m.	4te Einspritzung (⅔ Spritze, 33° R.).	
9h. 49m.	Pulslosigkeit; am Herzen nichts mehr hörbar; trotzdem Fortdauer der Respiration.	

Als bald darauf der Thorax geöffnet wurde, beobachtete man vollständigen Stillstand des Herzens; auch die Reizbarkeit desselben war schon nach wenigen Augenblicken verschwunden.

Dreiundzwanzigstes Experiment.

Kräftiger Wachtelhund.

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
8h. 14m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung beider Nn. vagi vollendet.	
8h. 16m.	Zwei normale Herztöne	88
8h. 17m.	. . . . dito	88

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
8h. 18m.	Durchschneidung des rechten N. vagus.	
8h. 19m.	Zwei deutliche Herztöne	116
8h. 20m.	Durchschneidung des linken N. vagus. Gleich darauf grosse Unruhe.	
8h. 23m.	Zwei deutliche Töne.	
8h. 24m.	Hund ruhiger	216
8h. 25m.	. . . . dito	216
8h. 26m	Ruhe; während der Inspiration reine Töne; während der Exspiration systolisches Aftergeräusch, diastolischer Ton	216
8h. 29m.	Zwei deutliche Töne; kein Aftergeräusch; Hund vollkommen ruhig.	
8h. 30m.	Ruhe	216
8h. 31m.	. . . . dito	216
8h. 32m.	Ruhe; normale Töne	216
8h. 33m.	Ruhe	216
8h. 35m.	1ste Einspritzung ($\frac{2}{3}$ Spritze, 33° R.).	
8h. 36m.	Ruhe	228
8h. 37m.	. . . . dito	228
8h. 39m.	. . . . dito	216
8h. 40m.	. . . . dito	216
8h. 41m.	. . . . dito	216
8h. 42m.	2te Einspritzung ($\frac{2}{3}$ Spritze, 33° R.); gleich darauf Unruhe.	
8h. 43m.	Unruhe	240
8h. 44m. / 8h. 45m.	Grosse Unruhe.	
8h. 46m.	Ruhe; nur ein Herzton	240
8h. 47m.	. . . . dito	240
8h. 49m.	Unregelmässigkeit des Pulses	204
8h. 50m.	Sehr grosse Unruhe; systolisches Aftergeräusch am Herzen.	
8h. 51m.	Grosse Unregelmässigkeit des Pulses: bei der Inspiration Beschleunigung, bei der Exspiration Verlangsamung; systolisches Aftergeräusch	192
8h. 52m.	. . . . dito	192
8h. 53m.	. . . . dito; Hund ruhiger . .	204
8h. 54m.	Grössere Regelmässigkeit des Pulses . . .	216
8h. 55m.	Das Thier ruhig; Puls regelmässig; am Herzen systolisches Aftergeräusch und Mangel des zweiten Tons	216
8h. 57m.	Ruhe; Regelmässigkeit des Pulses, zwei normale Herztöne; kein Aftergeräusch.	204

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
9h. . .	3te Einspritzung (⅔ Spritze, 33° R.).	
9h. 1m.	Unruhe	204
9h. 2m.	. . . . dito	204
9h. 4m.	Ruhe; bedeutende Schwächung der Herztöne.	204
9h. 5m.	Ruhe; geringe Unregelmässigkeit des Pulses.	204
9h. 7m.	. . . . dito	204
9h. 10m.	. . . . dito	216
9h. 13m.	Zwei normale, aber auffallend schwache Herztöne; der Radialpuls bei jeder Herzaction fühlbar	204
9h. 17m.	4te Einspritzung (⅔ Spritze. 33° R.); gleich darauf Mangel der Herztöne und Pulslosigkeit bei fortdauernder Respiration.	
9h. 19m.	Eröffnung des Thorax; keine spontanen Herzcontractionen; auf Reizung der Herzoberfläche zeitweise schwache Zusammenziehungen.	

Vierundzwanzigstes Experiment.

Grosser, starker Fuchshund.

9h. 33m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Durchschneidung beider Nn. vagi vollendet.	
9h. 35m.	Hund ruhig	216
9h. 36m.	. . . . dito	216
9h. 37m.	dito; systolisches Aftergeräusch, diastolischer Ton	216
9h. 38m.	Ruhe; zwei reine Töne	216
9h. 39m.	Ruhe; zeitweise systolisches Aftergeräusch .	216
9h. 40m.	. . . . dito	216
9h. 41m.	. . . . dito	216
9h. 42m.	Ruhe; bei den meisten Herzcontractionen systolisches Aftergeräusch	216
9h. 43m.	1ste Einspritzung (1 Spritze voll, 33° R.); gleich darauf Unruhe.	
9h. 44m.	Das Thier etwas beruhigt	216
9h. 45m.	Ruhe; nur ein Herzton; kein Aftergeräusch.	216
9h. 46m.	Ruhe; zwei Töne	204
9h. 47m.	. . . . dito	204
9h. 48m.	. . . . dito	186
9h. 49m.	. . . . dito	186

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
9h. 50m.	Ruhe; zwei Töne	180
9h. 51m.	Ruhe; der erste Ton bedeutend schwächer als der zweite	186
9h. 52m.	Ruhe, beide Töne schwach	180
9h. 53m.	2te Einspritzung (1 Spritze voll, 33° R.).	
9h. 54m.	Unruhe	180
9h. 56m.	. . . . dito	216
9h. 57m.	dito; gewaltsame complexe Exspirationen . .	216
9h. 59m.	Das Thier etwas ruhiger; complexe Exspirationen; systolisches Aftergeräusch, Mangel des diastolischen Tons	234
10h. . .	Zeitweise gewaltsame complexe Exspirationen.	234
10h. 1m.	Unruhe, systolisches Aftergeräusch, Mangel des diastolischen Tons	234
10h. 2m.	Häufige gewaltsame complexe Exspirationen.	234
10h. 3m.	. . . . dito	234
10h. 4m.	3te Einspritzung (eine Spritze voll, 33° R.).	
10h. 5m.	Unruhe; complexe Exspirationen	234
10h. 6m.	Das Thier etwas ruhiger, systolischesUltergeräuch	234
10h. 7m.	. . . . dito	234
10h. 8m.	. . . . dito	228
10h. 9m.	4te Einspritzung (1 Spritze voll, 33° R.).	
10h. 10m.	Ruhe; ein gewöhnlicher Ton	240
10h. 11m.	. . . . dito	240
10h. 12m.	. . . . dito	246
10h. 13m.	dito; ein Ton, der zeitweise geräuschähnlich ist	246
10h. 14m.	. . . . dito	246
10h. 15m.	Pulslosigkeit, Tod.	

Fünfundzwanzigstes Experiment.

Kräftiger mittelgrosser Hund.

8h. 24m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung der Nn. vagi vollendet.	
8h. 25m.	Hund ruhig	116
8h. 29m.	Durchschneidung beider Nn. vagi vollendet; keine Respirationskrämpfe.	

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
7h. 31m.	Ruhe	216
8h. 34m.	. . . . dito	216
8h. 36m.	. . . . dito	216
8h. 37m.	Respirationen häufiger, complexe Exspirationen	228
8h. 39m.	Grosse Unruhe	228
8h. 41m.	Das Thier ruhiger	216
8h. 40m.	Ruhe, complexe Exspiration	204
8h. 42m.	. . . . dito	204
8h. 43m. 8h. 44m.	Einspritzung (2 Spritzen voll, 33° R.).	
8h. 45m.	Ruhe; nur ein Herzton	228
8h. 46m.	. . . . dito	240
8h. 47m.	. . . . dito	240
8h. 48m.	. . . . dito	228
8h. 49m.	Unruhe: Unregelmässigkeit des Pulses; Töne schwach.	
8h. 50m.	Deutliche Töne	216
8h. 51m.	Mangel der Töne.	
8h. 52m.	Tod. Im Herzen keine Spur von Luftblasen. Die Ventrikel von nicht geronnenem Blut stark ausgedehnt. Das Blut im linken Ventrikel hellroth, im rechten dunkelroth.	

Sechsundzwanzigstes Experiment.

Kräftiger Wachtelhund.

8h. 28m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung der Nn. vagi vollendet.	
8h. 29m.	. . . .	84
8h. 30m.	. . . .	72
8h. 31m.	. . . .	66
8h. 32m.	. . . .	60
8h. 34m.	. . . .	64
8h. 37m.	Durchschneidung der Nn. vagi. vollendet; gleich darauf grosse Unruhe, Erbrechen und Respirationskrämpfe.	
8h. 39m.	. . . .	192
8h. 44m.	Fortdauernde Unruhe	216
8h. 45m.	. . . . dito	216

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
8h. 46m.	1ste Einspritzung (zwei volle Spritzen hinter einander, von 33° R.).	
8h. 48m.	Grosse Unruhe, complexe Exspiration . . .	216
8h. 49m.	. . . . dito	216
8h. 50m.	Das Thier ist ruhiger	216
8h. 51m.	. . . . dito	216
8h. 52m.	. . . . dito	216
8h. 53m.	Von Neuem angestrengte Exspiration . . .	216
8h. 54m.	2te Einspritzung (eine volle Spritze, von 33° R.).	
8h. 55m.	Grosse Unruhe	216
8h. 56m.	. . . .	216
8h. 57m.	Verlangsamung des Pulses, Convulsionen.	
8h. 59m.	Sehr grosse Unruhe, Pulslosigkeit und Tod.	

Siebenundzwanzigstes Experiment.

Mässig grosser Spitzhund.

9h. 18m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung der Nn. vagi vollendet.	
9h. 20m.	. . . .	84
9h. 21m.	. . . .	86
9h. 22m.	. . . .	76
9h. 24m.	Durchschneidung beider Nn. vagi vollendet.	
9h. 25m.	. . . .	168
9h. 28m.	Das Thier ist ruhig	128
9h. 29m.	. . . . dito	132
9h. 30m.	. . . . dito	128
9h. 31m.	. . . . dito	128
9h. 32m. 9h. 33m.	Einspritzung von Digitalis-Infus (zwei volle Spritzen).	
9h. 34m.	. . . .	136
9h. 35m.	. . . .	140
9h. 36m.	Etwas Unruhe	160
9h. 37m.	. . . . dito	160
9h. 38m.	. . . .	140
	Bald darauf bedeutende Verlangsamung und Unregelmässigkeit der Pulse.	
9h. 39m.	Tod.	

Achtundzwanzigstes Experiment.

Mittelgrosser Hund.

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
9h. 1m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Blosslegung beider Nn. vagi vollendet.	
9h. 2m.	. . . .	96
9h. 3m.	. . . .	104
9h. 4m.	. . . .	96
9h. 5m.	Durchschneidung beider Nn. vagi.	
9h. 6m.	Das Thier ist ruhig	192
9h. 7m.	. . . .	180
9h. 8m.	. . . .	192
9h. 9m.	1ste Einspritzung von Digitalis-Infus (2 volle Spritzen von 33° R.).	
9h. 11m.	. . . .	168
9h. 12m.	. . . .	150
9h. 13m.	. . . .	150
9h. 15m.	. . . .	144
9h. 16m.	. . . .	180
9h. 17m.	. . . .	162
9h. 18m.	. . . .	180
9h. 19m.	. . . .	150
9h. 20m.	. . . .	140
9h. 21m.	. . . .	148
9h. 22m.	2te Einspritzung (eine Spritze voll).	
9h. 24m.	. . . .	180
9h. 25m.	. . . .	180
9h. 26m.	. . . .	192
	Gleich darauf Verlangsamung des Pulses, grosse Unruhe und Tod.	

Neunundzwanzigstes Experiment.

Kräftiger Wachtelhund.

8h. 18m.	Alles zum Einspritzen bereit.	
8h. 20m.	. . . .	96
8h. 21m.	. . . .	88
8h. 25m.	Blosslegung der Nn. vagi vollendet.	
8h. 27m.	. . . .	84

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 8h. 28m.	. . . .	80
8h. 30m.	Durchschneidung des rechten Vagus	
8h. 32m.	. . . .	80
8h. 33m.	Durchschneidung des linken Vagus; gleich darauf Respirationskrämpfe.	
8h. 35m.	. . . .	204
8h. 38m.	Grössere Ruhe	192
8h. 40m.	. . . .	192
8h. 41m.	Das Thier ist ruhig . . . . - . , . . .	192
8h. 43m.	. . . . dito	192
8h. 44m.	Einspritzung von Digitalis-Infus (zwei volle	
8h. 45m.	Spritzen hinter einander von 33° R.).	
8h. 46m.	. . . .	160
8h. 50m.	. . . .	168
8h. 51m.	. . . .	180
8h. 52m.	. . . .	186
8h. 53m.	. . . .	180
8h. 54m.	. . . .	192
8h. 55m.	Pulslosigkeit, starke Respirationskrämpfe.	
8h. 56m.	Tod.	

Dreissigstes Experiment.

Sehr grosser Pudelhund.

8h. 58m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Durchschneidung der Nn. vagi vollendet. Hund vollkommen ruhig.	
9h. 3m.	Ruhe	192
9h. 4m.	Ruhe; systolisches Aftergeräusch, diastolischer Ton	192
9h. 5m.	Ruhe	192
9h. 6m.	. . . . dito	192
9h. 7m.	. . . . dito	192
9h. 8m.	. . . . dito	192
9h. 9m.	Ruhe; das Aftergeräusch verschwunden . .	192
9h. 10m.	. . . .	192
9h. 10m.	Einspritzung (zwei volle Spritzen, 33° R.);	
9h. 11m.	gleich darauf grosse Unruhe.	
9h. 14m.	Ruhe; nur ein Herzton	168
9h. 15m.	. . . . dito	150

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt.		
9h. 16m.	Ruhe; nur ein Herzton	150
9h. 17m.	. . . . dito	150
9h. 18m.	. . . . dito	156
9h. 19m.	. . . . dito	162
9h. 20m.	Ruhe; Wiedererscheinen des zweiten Tons .	162
9h. 21m.	Ruhe; zwei Töne	168
9h. 22m.	. . . . dito	174
9h. 23m.	. . . . dito	168
9h. 24m.	. . . . dito	162
9h. 25m.	2te Einspritzung (eine Spritze voll, 33° R.).	
9h. 26m.	Ruhe; zwei deutliche Töne	144
9h. 27m.	Unruhe.	
9h. 29m.	Ruhe	150
9h. 30m.	Ruhe; zwei deutliche Töne	150
9h. 31m.	. . . . dito	144
9h. 33m.	. . . . dito	144
9h. 34m.	. . . . dito	144
9h. 36m.	3te Einspritzung (eine Spritze, 33° R.).	
9h. 37m.	Ruhe	156
9h. 38m.	Ruhe; zwei deutliche Töne	156
9h. 39m.	. . . . dito	180
9h. 41m.	. . . . dito	192
9h. 43m.	. . . . dito	192
9h. 44m.	. . . . dito	104
9h. 46m.	. . . . dito	104
9h. 47m.	4te Einspritzung (eine Spritze, 33° R.)	
9h. 48m.	Ruhe; zwei normale Töne	192
9h. 50m.	Ruhe; nur ein Herzton	192
9h. 51m.	Ruhe; ein Herzton; Unregelmässigkeit des Pulses	192
9h. 52m.	. . . . dito	192
9h. 54m.	5te Einspritzung (eine Spritze, 33° R.).	
9h. 55m.	Ruhe; Unregelmässigkeit des Pulses . . .	192
9h. 56m.	. . . . dito	192
9h. 57m.	Die Anzahl der Herzcontractionen nicht genau zählbar wegen grosser Schwäche der Herztöne und Arterienpulse, und wegen der grossen Unregelmässigkeit.	
9h. 59m.	Die trotz dieser Umstände mitunter gelungenen Zählungen ergeben	192
10h. 1m.	6te Einspritzung (eine Spritze voll).	
10h. 2m.	Keine Zählung möglich. Bald darauf Tod.	

Einunddreissigstes Experiment.
Grosser Hofhund.

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequenz.
Vormitt. 9h. 3m.	Alles zum Einspritzen bereit und die Durchschneidung der Nn. vagi vollendet; Hund ruhig.	
9h. 8m.	Vollkommene Ruhe	168
9h. 9m.	. . . . dito	168
9h. 10m.	. . . . dito	174
9h. 11m.	. . . . dito	174
9h. 12m.	. . . . dito	174
9h. 13m.	. . . . dito	180
9h. 14m.	. . . . dito	180
9h. 15m.	1ste Einspritzung (zwei volle Spritzen, 33° R.); gleich darauf Unruhe.	
9h. 17m.	Immer noch Unruhe.	
9h. 18m.	Hund ruhiger	144
9h. 19m.	Ruhe; systolisches Aftergeräusch; Mangel des diastolischen Tons	126
9h. 20m.	Ruhe; sehr lautes systolisches Aftergeräusch; Mangel des zweiten Tons	120
9h. 21m.	. . . . dito	116
9h. 22m.	. . . . dito	112
9h. 23m.	dito (das systolische Aftergeräusch am Herzen sehr laut, sehr lang, hoch, pfeifend).	
9h. 24m.	. . . . dito	108
9h. 25m.	. . . . dito	108
9h. 26m.	2te Einspritzung (eine Spritze voll, 33° R.); gleich darauf etwas Unruhe.	
7h. 28m.	Unregelmässigkeit des Pulses	
7h. 29m.	Die Ruhe des Thieres wird selten durch eine Rumpfbewegung unterbrochen	108
9h. 30m.	Vollkommene Ruhe	112
9h. 32m.	Ruhe; die Unregelmässigkeit des Pulses fortdauernd	120
9h. 33m.	. . . . dito	120
9h. 34m.	3te Einspritzung (eine volle Spritze, 33° R.).	
9h. 35m.	Das Thier ruhig . . . . . -	128
9h. 36m.	dito; am Herzen noch immer systolisches Aftergeräusch und Mangel des diastolischen Tons	124
9h. 37m.	. . . . dito	124
9h. 38m.	. . . . dito	120

Zeit.	Bemerkungen.	Puls-Frequens.
Vormitt. 8h. 39m.	Das Thier ruhig; am Herzen noch immer systolisches Aftergeräusch und Mangel des diastolischen Tons	124
9h. 39m.	4te Einspritzung (eine Spritze voll, 33° R.).	
9h. 40m.	Das Thier ruhig	124
9h. 41m.	dito; Unregelmässigkeit des Pulses	180
9h. 43m.	. . . . dito	168
9h. 43m.	. . . . dito	156
9h. 44m.	Wegen zu grosser Unregelmässigkeit die Pulsfrequenz nicht bestimmbar.	
9h. 45m.		
9h. 46m.	Das Thier fortdauernd ruhig; noch immer grosse Unregelmässigkeit des Pulses . .	120
9h. 47m.	5te Einspritzung (eine Spritze voll, 33° R.).	
9h. 48m.	Hund ruhig; Puls unregelmässig	132
9h. 49m.	. . . . dito	120
9h. 50m.	. . . . dito	132
9h. 51m.	. . . . dito	144
	Gleich darauf Pulslosigkeit und Tod*)**).	

*) Der oben gegebenen Beschreibung meines Operations-Verfahrens in den vorliegenden Experimenten will ich noch einige Worte über die Art und Weise der Puls-Zählung hinzufügen. Den Crural-Puls habe ich immer nur da benutzt, wo die Puls-Zahl niedrig, d. h. unter 100, war und der Puls-Typus keine zu grosse Unregelmässigkeit darbot. Unter den entgegengesetzten Bedingungen nahm ich zur Auscultation der Herzgegend meine Zuflucht, da mich die Erfahrung sehr bald darüber belehrt hatte, dass das Gehör unter solchen Bedingungen weit zuverlässigere Data liefert, als das Tastgefühl. Bei sehr hohen Puls-Zahlen bestimmte ich die Puls-Frequenz in einer Minute immer nur nach derjenigen Zahl, welche ich in dem Zeitraum von 5 Sekunden erhielt; denn das Aussprechen mehr als zweisilbiger Zahlen, selbst wenn es nur in Gedanken geschieht, nimmt so viel Zeit in Anspruch, dass man sehr bald hinter der reellen Puls-Frequenz zurückbleibt. — Bei allen Puls-Zählungen bediente ich mich einer und derselben Sekunden-Uhr (mit „springendem" Sekunden-Zeiger).

**) Aus dieser wie aus mehreren der vorhergehenden Beobachtungen wird der aufmerksame Leser ersehen haben, dass theils schon nach einfacher Durchschneidung der Nn. vagi, theils nach Einspritzung von Digitalis-Infus in das Gefässsystem der erste Herzton öfters in ein deutliches Aftergeräusch sich verwandelt. Auf die Wichtigkeit dieser Thatsache für die Lehre von den Ursachen der Aftergeräusche braucht kaum noch ausdrücklich hingewiesen zu werden. Ich werde an einem anderen Orte ausführlicher auf sie zurückkommen. Jedenfalls kann sie schon jetzt zum Beweise dafür dienen, dass systolische Aftergeräusche schon durch einfache Veränderung der Innervation des Herzens entstehen können.

VI.

Beschreibung eines verbesserten Kymographion's so wie der zu dem Gelingen eines kymographischen Versuches nothwendigen Vorbereitungen. (Hierzu Taf. I. und II.)†).

Vorbemerkung.

Beim Beginn meiner kymographischen Untersuchungen im Jahre 1851 hatte ich mir die Aufgabe gestellt, die Veränderungen kennen zu lernen, welche die mittlere Spannung des Aortensystems unter dem Einfluss der Digitalis erleidet. Sehr bald wurde mir aber klar, dass dieses Ziel mit Hilfe des von Volkmann modificirten Ludwig'schen Kymographions nicht zu erreichen sein würde. Ich brauchte ein Instrument, das lange Zeit (womöglich mehrere Stunden hinter einander) ungestört von den Bewegungen des mit ihm verbundenen Thieres und ohne die Aufmerksamkeit des Experimentators sonderlich in Anspruch zu nehmen, gleichmässig fortarbeitete, und diesen Ansprüchen vermochte das erwähnte Instrument offenbar nicht zu genügen. Wollte ich mein Vorhaben nicht fallen lassen, so musste ich also selber Hand ans Werk legen und einen meinen Absichten entsprechenden Apparat durch eigene Anstrengungen herzustellen suchen — ein missliches Unternehmen für einen Mediciner von Fach, der überdies keinerlei Kenntnisse und Erfahrungen in der practischen Mechanik besass. Aber diesen Widerständen gegenüber kam mir zweierlei zu Statten, der feste Wille, das einmal Begonnene, wenn auch nach geraumer Zeit erst, zu vollenden, und die Bekanntschaft mit Männern, die mich in der Verfolgung meiner Absicht durch ihre Kenntnisse und Erfahrungen bereitwilligst unterstützten. Indem ich mit dem unvollkommenen Instrumente, mit dem ich meine Untersuchung begonnen hatte,

†) Dieser Aufsatz ist im Jahre 1864 verfasst, aber bis jetzt ungedruckt geblieben.

unverdrossen weiter experimentirte, traten die zu beseitigenden Mängel allmählig immer klarer zu Tage.

Ich wurde so in den Stand gesetzt, präcise Fragen zu stellen, denen dann die befriedigenden Antworten rasch auf den Fuss folgten. Und schneller als ich es erwartet hatte, waren zu meiner grossen Freude die ersten Anfänge eines besseren Apparates geschaffen. Diese ersten Verbesserungen betrafen den Schwimmer und das Uhrwerk. Sie verdanken den Rathschlägen der Herren Mechaniker C. O. A. Martins und F. Sauerwald ihre Entstehung. Für mich allein glaube ich die Verbesserungen in Anspruch nehmen zu dürfen, welche die mit der Arterie in Verbindung stehenden Theile des Apparates, ferner das Manometer und die Trommel erfahren haben. Offenbar hätten aber auch diese nicht den Grad ihrer gegenwärtigen Vollendung erlangt, wenn mir nicht ein so ausgezeichneter Mechaniker wie Herr Sauerwald unverdrossen zur Seite gestanden hätte, der meinen physiologischen Anforderungen stets die mechanisch zweckmässigste Gestalt zu geben wusste. In der ersten Zeit liess ich mit dem verbesserten Instrument auf jeden Papierstreifen nur eine Curve zeichnen, später auch zwei und drei, wenn die mittleren Drücke der auf einander folgenden Minuten erheblich von einander abwichen. Auf den Gedanken, statt eines Pinsels, drei verschieden-farbige zur Anwendung zu bringen, brachte mich erst vor einigen Jahren Herr Dr. J. Rosenthal.

I. Das verbesserte Kymographion

besteht, wie das von Volkmann modificirte Ludwig'sche, aus drei Hauptstücken:

a) aus der Trommel und dem Uhrwerk,

b) aus dem Manometer und Schwimmer,

c) aus dem Röhrensystem, welches Manometer und Arterie verbindet.

Ich werde diese Theile der Reihe nach durchgehen, aber, bei dem Leser die Bekanntschaft mit dem Volkmann'schen Instrument voraussetzend, mich auf die Beschreibung derjenigen Vorrichtungen beschränken, durch welche mein Instrument sich von dem eben erwähnten unterscheidet.

a) Das Uhrwerk und die Trommel

haben drei Verbesserungen erfahren, von welchen zwei in der Abbildung auf Taf. I. angedeutet sind.

An dem Uhrwerk wurde die bekannte Vorrichtung angebracht, vermöge deren das fallende Gewicht zu jeder Zeit ohne den Gang des Uhrwerks zu stören, aufgezogen werden kann. Das Aufziehen geschieht mit Hilfe der Kurbel, welche man am hintersten Ende des Holztisches erblickt, auf welchem Trommel und Uhrwerk befestigt sind.

Um das Uhrwerk anzuhalten, was so oft nöthig ist als man einen beschriebenen Papierstreifen von der Trommel entfernen und einen neuen daran befestigen will, ist unterhalb der oberen Platte des Messingrahmens, der das Uhrwerk einschliesst, ein Sperrhaken angebracht, der in das oberste der vier Zahnräder eingreifen kann. Es versteht sich von selbst, dass man zur Schonung des Uhrwerks, in dem Augenblick der Arretirung durch den Sperrhaken, mit der anderen Hand das Pendel zum Stillstand bringt.

Die dritte Verbesserung besteht in einer besonderen Vorrichtung zur Befestigung der Papierstreifen.

Bekanntlich wurden früher die beiden Enden des um die Trommel gelegten Papieres durch Gummi oder Kleister aneinander geklebt (was abgesehen von der damit verbundenen Unreinlichkeit) zwei Nachtheile hatte. Der auf solche Weise einmal befestigte Papierstreifen konnte nur mit Hilfe eines Messers wieder entfernt werden. Dabei war das Zerkratzen der Trommeloberfläche unvermeidlich. Dann verfloss, wegen der beiden Operationen, des Aufklebens und Abschneidens, zwischen der Ablösung des einen Bogens und der Befestigung des nächstfolgenden, selbst unter geübten Händen, immer eine ziemlich geraume Zeit. Durch diesen Zeitverlust gingen bei raschen Aenderungen der Druckcurve häufig gerade die wichtigsten Stücke derselben verloren, zumal in jener Periode, wo der Schwimmer nur einen Pinsel trug. Durch die in Rede stehende Vorrichtung vermeidet man beide Uebelstände.

Die wesentlichen Theile derselben sind, *a)* eine von dem oberen zu dem etwas hervorstehenden unteren Rande der Trommel senkrecht herablaufende schmale, seichte Rinne, *b)* ein in diese Rinne passender, federnder Messingstreifen, dessen der Rinne zugekehrte Fläche rauh gemacht, und der an seinem unteren Ende durch ein Charnier mit der Trommel verbunden ist, *c)* eine auf die obere Fläche der Trommel angeschraubte Messingfeder, durch deren her-

vorstehendes eingekerbtes Ende das obere Ende des Messingstreifens eingefangen werden kann.

Ist Letzteres geschehen, dann sind die beiden über einander liegenden Enden des Papieres so in die Rinne gepresst, dass dieses der Trommel-Oberfläche überall prall und glatt anliegt. Auch springt dann der Messingstreifen, der die Papier-Enden in der Rinne festhält, nirgends über die Papier-Oberfläche hervor. Das Zerreissen, resp. Zerschneiden des Papieres durch die Rinnen-Ränder wird durch Abstumpfung derselben und zweckmässige Abrundung der inneren Fläche des Messingstreifens leicht vermieden.

Ich will gleich hier auch einige Worte über die von mir benutzten Papierstreifen einschalten. Um das langwierige und langweilige und, wenn von fremder Hand ausgeführt, sehr kostspielige Geschäft des Ausmessens der Curven möglichst abzukürzen, gebrauche ich seit längerer Zeit lithographisch liniirtes Papier. Das darauf verzeichnete Netzwerk wird von vertikalen und horizontalen Linien gebildet, die in Abständen von 5 mm. verlaufen. Soll dieses Netzwerk aber nur einigermassen auf Genauigkeit Anspruch machen können, so muss das Papier trocken bedruckt werden. Denn nur unter dieser Bedingung ist es möglich, die Verzerrungen zu vermeiden, welche die kleinen Quadrate durch die leichtere Dehnung des nassgemachten und durch die Schrumpfung des wieder trocknenden Papieres erleiden. — Um schon während des Versuchs die Veränderungen, die der Blutdruck unter dem Einfluss eines beliebigen Agens nach und nach erfährt, rasch übersehen zu können und auch um die Ausmessung der erhaltenen Druckcurven, die mit der Vervollkommnung des Instruments und der Versuchsmethode immer zahlreicher wurden, noch mehr zu erleichtern, liess ich in letzter Zeit das Netzwerk mit Ziffern versehen, die, zwei Vertikalreihen bildend, den Papierstreifen in drei gleiche Abschnitte theilen. — Dass das Papier biegsam, dabei wenig dehnbar und auf der bedruckten Seite möglichst glatt sein muss, braucht nicht erst besonders hervorgehoben zu werden.

b) Das Manometer und der Schwimmer-Apparat.

Das Manometer meines Kymographions besteht nicht durchweg aus Glas, sondern aus zwei gläsernen Röhren und aus einem die Communication dieser vermittelnden eisernen Kästchen.

Im Verlaufe meiner Untersuchung hatten sich zwei Umstände als besonders gefährlich für den Bestand des Manometers herausgestellt: starke Temperatursprünge in dem Arbeitslokal und das

Reinigen der Manometerhöhlung. Die Temperaturschwankungen wurden dem Instrumente dadurch gefährlich, dass bei der früheren Befestigungsweise den Manometerschenkeln kein hinlänglicher Spielraum gelassen war, um die dem jeweiligen Wärmegrade entsprechenden Längen anzunehmen. Die nothwendige Folge davon war ein leichtes Bersten des Glases. In gleicher Weise waren beim Reinigen besonders die Biegungsstellen des Manometers gefährdet. Die hier sich bildenden Sprünge verdankten ihre Entstehung wohl hauptsächlich der grösseren Sprödigkeit, die das Glas an diesen Stellen, nach der Biegung, in Folge zu plötzlicher Abkühlung erlangt hatte. Bei dieser Beschaffenheit mussten schon feine Risse der innersten Schicht oder die mit einem etwas stärkeren Anprall des Reinigungsinstruments verbundene Erschütterung die Glaswand zum Bersten bringen. Der erstere Uebelstand wurde durch eine Veränderung der Befestigungsweise des Manometers wie sie auf Taf. I. angedeutet ist, vollkommen beseitigt. Der letztere durch das eben erwähnte eiserne Kästchen, dessen Abbildung fehlt, weil die Einrichtung erst nach Vollendung der Tafeln ins Leben trat.

Dieses Kästchen, durch eine Messingklammer mit dem Manometerbrett fest verbunden, hat eine viereckige Gestalt, ist länger als breit und breiter als tief. In seinen Binnenraum führen vier runde Oeffnungen, von denen zwei in der oberen und zwei erheblich kleinere in der unteren kleinsten Fläche sich befinden. In die oberen Oeffnungen sind die beiden gläsernen Manometerschenkel eingelassen und durch Siegellack befestigt. Die unteren Oeffnungen, durch knopfförmige Schrauben verschliessbar, dienen zur Einführung von Reinigungswerkzeugen.

Von den beiden Manometerschenkeln will ich, um für die Folge kurze Bezeichnungen zu haben, denjenigen, in welchem der Schwimmer sich auf- und ab- bewegt, den freien Manometer-Schenkel, den anderen, der mit dem später zu beschreibenden Röhrensysteme in Verbindung steht, den Arterienschenkel nennen. Wir müssen wegen ihrer verschiedenen Gestalt jeden besonders betrachten.

Der Arterienschenkel ist an seinem oberen Theile gekrümmt und das unter einem sehr stumpfen Winkel abgehende kurze obere Ende mit einer Messingfassung versehen, welche dazu dienen soll, das Manometer und das mit ihm zusammenhängende Röhrensystem fest und wasserdicht zu verbinden. Zu diesem Zweck läuft, wie man aus Fig. 3 auf Taf. II. ersieht, die Fassung in einen langen abgeschliffenen Conus aus und ist am Halse des Conus ein Schrau-

bengewinde angebracht, welche in entsprechende Theile des erwähnten Röhrensystems eingreifen.

Eine ähnliche Messingfassung besitzt das obere Ende des freien Manometerschenkels. Der Conus, in den diese ausläuft, ist an seiner Basis mit einem tellerförmigen Rande umgeben, der die Bestimmung hat, beim Herausnehmen des Schwimmers, die Quecksilbertheilchen aufzufangen, die bei zu starker Reibung zwischen Röhrenwand und Schwimmer auf die obere Fläche dieses letzteren gerathen. Es ereignet sich übrigens dieser Unfall, was ich gleich hier beiläufig bemerken will, nur selten und nur dann, wenn man die sorgfältige Reinigung und besonders die sorgfältige Austrocknung des freien Manometerschenkels unterlassen hat. Der Conus selbst passt in eine ausgeschliffene Messinghülse, welche dem Rahmen des bald zu beschreibenden Schwimmer-Apparats angehört und mit dem unteren Queerstabe dieses Rahmens fest zusammenhängt*). Diese Einrichtung macht es möglich, den ganzen Schwimmer-Apparat um eine ideelle Vertikalachse und somit den Schwimmer um sich selbst zu drehen.

Der Schwimmer-Apparat besteht, wie so eben angedeutet ist, aus zwei Haupttheilen: aus dem Rahmen und aus dem Schwimmer.

Der Rahmen (Taf. II., Fig. 3) aus 4 soliden Messingstäben zusammengefügt, hat die Gestalt eines aufrecht stehenden Rechtecks. Die beiden längeren Stäbe sind cylindrisch, die beiden Queerstäbe vierkantig. An dem oberen Queerstabe, gerade in der Mitte der einen senkrechten Fläche, ist ein drehbarer Haken befestigt, welcher zur Zeit, wo das Instrument nicht in Thätigkeit ist, dazu dient, den heraufgeschobenen Schwimmer unverrückbar festzuhalten. Durch die mit dem Haken verbundene Oese wird ein Faden gezogen, mittelst dessen der ganze Apparat bequem aufgehängt werden kann. Der untere Queerstab des Rahmens ist von einer etwa hanfkorngrossen runden Oeffnung durchbrochen, die in die Höhlung der bereits beschriebenen Messinghülse führt.

Innerhalb des Rahmens, parallel den beiden langen Stäben, sind zwei feine Stahldrähte ausgespannt. Durch passende Schraubenvorrichtungen lässt sich die Spannung dieser Drähte nach Belieben verstärken und dadurch jede etwa eintretende Krümmung derselben beseitigen. Längs dieser Drähte gleitet der Schwimmer

*) In Fig. 3 Taf. II. ist der Conus des freien Manometerschenkels von der Messinghülse des aufgesteckten Schwimmer-Apparats umgeben und darum unsichtbar.

vermittelst eines leichten an beiden Enden fein durchbohrten Messingstäbchens.

Die drei Haupttheile des Schwimmers sind *a*) der Kopf, *b*) das eben erwähnte Messingstäbchen, das dicht unterhalb des Kopfes befestigt ist, und *c*) der cylindrische Fuss der in Fig. 3 Taf. II. innerhalb des freien Manometerschenkels zu sehen ist. Sie werden durch einen drehrunden steifen Stahldraht verbunden, welcher die kleine Oeffnung im unteren Queerstabe des Rahmens durchsetzt und ohne Reibung in ihr spielen kann.

Am Kopfe des Schwimmers befindet sich das Schreibgestell, bestehend aus einem zum Theil messingnen zum Theil hölzernen Gerüst für drei Pinsel und aus einer Schraube zur feinen Einstellung dieses Gerüstes. Die Pinsel müssen bei richtiger Stellung Radien eines in Gedanken gezogenen horizontalen Kreises bilden, dessen Mittelpunkt in der Achse des beschriebenen Stahldrahts liegt.

Den Fuss des Schwimmers bildet ein an dem unteren Ende dieses Stahldrahts befindlicher etwa ¾" hoher Glascylinder, welcher durch zwei in den Draht fest zu schraubende dünne Stahlscheiben in seiner Lage erhalten wird. Der Glascylinder muss einen solchen Umfang haben, dass er das Lumen des freien Manometerschenkels zwar ausfüllt, aber mit möglichst geringer Reibung auf und abgleiten kann. Ist sein Umfang zu klein, dann bleibt die Oberfläche des Quecksilbers, auf der der Cylinder ruht, bei den Bewegungen der Quecksilbersäule nicht horizontal, indem sich das Metall zwischen den Cylinder und die innere Fläche der Manometerröhre schiebt. Das Glas, aus dem der Cylinder gegenwärtig besteht, hat vor dem früher gebräuchlichen Elfenbein das voraus, dass es nicht hygroscopisch ist wie dieses und darum keine störenden Volumsveränderungen erleiden kann.

c) Das Röhrensystem, durch welches Manometer und Arterie mit einander communiciren,

besteht aus zwei Hauptstücken: aus einem langen Bleirohr und aus einer T-förmigen Messing-Kanüle, welche das Bleirohr mit der Arterie verbindet.

Das Bleirohr unterscheidet sich von dem gleichnamigen Theil des Volkmann'schen Instruments durch seine etwas grössere Länge und Dicke, und durch die Art seiner Verbindungen.

An dem Ende, welches dem Manometer zugekehrt ist, befindet sich ein ausgeschliffener Messingansatz zur Aufnahme des Conus,

in welchen der Arterienschenkel des Manometers ausläuft, und eine ebenfalls aus Messing gearbeitete bewegliche Schraubenhülse, welche auf das Gewinde am Hals des erwähnten Conus geschoben wird.

Das andere Ende des Bleirohrs ist auf dieselbe Weise mit der T-förmigen Kanüle verbunden, wie der Arterienschenkel des Manometers mit dem Bleirohr. Dass eine solche Verbindungsweise mit dem Vortheil eines vollkommenen wasserdichten Schlusses den Vortheil grosser Solidität vereinigt, bedarf keiner besonderen Erwähnung. Die Vorrichtung, welche das Volkmann'sche Bleirohr zur Entleerung der Luft aus dem Inneren des Apparates besitzt, habe ich unverändert beibehalten.

Die Volkmann'sche T-förmige Kanüle besteht bei meinem Kymographion aus drei Gliedern, welche die Fig. 2 auf Taf. II. in natürlicher Grösse darstellt, zwei davon bereits in Verbindung gesetzt. Die Zeichnung ist, wie ich glaube, so deutlich, dass nur wenige Worte zur ihrer Erläuterung nothwendig sind. Der Hahn ist $1\frac{1}{2}$-fach durchbohrt. Durch den Griff des Hahns führt in das Innere desselben ein (in der Fig. angedeuteter) vertikaler Kanal, welcher durch einen abgeschliffenen Messingpfropfen wasser- und luftdicht zu verschliessen ist.

Das (in der Zeichnung) isolirt stehende dritte und kleinste Glied, welches in der Arterie befestigt wird, zeigt, wie man sofort sieht, vier Schenkel: zwei unter einem rechten Winkel verbundene dickere, und zwei dünnere Schenkel, welche von der Vereinigungsstelle der beiden dickeren abgehen und horizontal verlaufen. Alle vier Schenkel sind cylindrisch ausgehöhlt und münden in ein gemeinschaftliches Central-Reservoir. Der eine von den beiden dickeren Schenkeln, der vertical steht, ist, wie der vorhin erwähnte verticale Kanal in dem Griff des Hahnes, durch einen abgeschliffenen Metallpfropfen verschliessbar. Die beiden dünnen Schenkel zeigen an ihren freien Enden eine Anzahl von Einkerbungen zur Sicherung der Ligaturen, welche nach der Einführung des Instruments um die Arterie gelegt werden.

Im Ganzen und in Verbindung mit der Arterie sieht man die T-förmige Kanüle auf Taf. I.*)

*) Ueber die Abbildung auf Taf. I. sei hier nachträglich noch bemerkt: 1) dass das Holzgestell zur Unterstützung des Bleirohrs aus Versehen mit abgezeichnet ist (ich habe es als unnutz längst verworfen); 2) dass dagegen von den beiden dicken Metallstäben, durch welche das Manometer an den Holztisch befestigt ist, das obere aus Versehen weggelassen wurde.

II. Die zu dem Gelingen eines kymographischen Versuches nothwendigen Vorbereitungen.

Die kymographischen Versuche gehören in die Klasse der complicirten Experimente und bedürfen daher zu ihrem Gelingen vielfacher Uebung. Wem eine solche abgeht, der wird nie dazu gelangen, auch nur einen von den Sätzen, welche in den folgenden Arbeiten enthalten sind, zu bewahrheiten. Ich glaube dieses bemerken zu müssen, weil es noch immer eine Species von Physiologen und Aerzten giebt, welche das, was Andere nach jahrelangem beharrlichen Streben gefunden haben, auf Grund einer mühelosen oberflächlichen Prüfung hinreichend beurtheilen zu können vermeinen. Die nöthige Geschicklichkeit aber erwirbt sich um so schneller, je grösser die Zahl der practischen Winke ist, die der Ungeübte von dem bereits Geübten erhält. Darum halte ich es nicht für überflüssig, hier möglichst viele Einzelheiten mitzutheilen. Der besseren Uebersicht wegen werde ich dieselben in ebenso vielen einzelnen Sätzen darlegen.

a) Man thut gut, die zu einem kymographischen Versuche nothwendigen akiurgischen Instrumente, grade so wie es mit den zur Ausführung einer chirurgischen Operation erforderlichen Instrumenten geschieht, in übersichtlicher Weise auf einem nebenstehenden Tische zusammenzustellen. Einen sehr wichtigen Theil des Instrumenten-Apparats bilden die Klemmpincetten, deren mindestens zwei (von kleinerem Kaliber), und die Unterbindungs-Nadeln, deren mindestens sechs, jede mit einem langen wohlgewichsten starken Seidenfaden versehen, vorräthig sein müssen.

b) Nach der Zusammenstellung des akiurgischen Apparates geht man an die Instandsetzung des Kymographions. Vor Allem ist das Manometer, besonders der freie Schenkel desselben sehr sorgfältig zu reinigen. Man bedient sich dazu am zweckmässigsten langer nicht zu biegsamer, an dem einen Ende mit einem Stückchen reinen trockenen Waschschwammes versehener Fischbeinstäbe, welche den von den Chirurgen gebrauchten „Schlundstössern“ gleichen. Da es nicht bloss auf die Reinheit, sondern auch auf die völlige Trockenheit der inneren Manometerfläche ankommt, so muss man begreiflich mehrere solcher Reinigungsstäbe vorräthig haben, oder (wenn man das nicht will) den Schwamm mehrmals wechseln. Ich führe die Reinigungsstäbe nie durch das eiserne Kästchen, sondern immer durch die oberen Enden der Manometerröhren ein. Im

ersteren Fall läuft man Gefahr, den Schwamm mit Oel zu imprägniren; dies wäre besonders der inneren Fläche des freien Manometerschenkels nachtheilig, indem es die Reibung zwischen Schwimmerfuss und Manometerrohr noch mehr steigern würde als eine gleichdicke Wasserschicht. Ich halte das Manometer erst dann für genügend rein und trocken, wenn es, horizontal gegen das Licht gehalten, beim Hindurchsehen eine durchweg metallisch glänzende Innenfläche zeigt. Nach geschehener Reinigung werden die beiden unteren Oeffnungen des eisernen Kästchens mit den zugehörigen knopfförmigen Schrauben fest verschlossen. Das Schraubengewinde der letzteren wird vorher etwas eingeölt.

c) Das Quecksilber erfährt, bevor es eingefüllt wird, eine dreifache Reinigung. Es wird zuerst mit schwedischem Filtrirpapier gut abgetrocknet, dann in einem eigens dazu verfertigten spritzenartig gebauten Instrument durch dichtes Leder gepresst und schliesslich in einen mit Papier ausgekleideten Glastrichter gegossen, dessen cylindrisches Ende in dem freien Manometerschenkel steckt. Durch eine feine kanalartige Oeffnung, welche man mit einer dünnen Stahlnadel in das blinde Ende des Papiertrichters bohrt, fliesst dann das Quecksilber in einem feinen Strahle ab. Die feinen Luftkügelchen, welche es nach geschehener Füllung eingeschlossen hält, werden mit Hülfe eines reinen Fischbeinstäbchens leicht entfernt.

d) Ist das Manometer mit der nöthigen Menge reinen Quecksilbers versehen, dann wird der Schwimmer-Apparat aufgesetzt. Doch thut man gut, jedes Mal vorher den Schwimmerfuss sorgfältig abzureiben, um nicht nur etwa vorhandenen Staub, sondern auch die dem Glase etwa anhängende Feuchtigkeit zu entfernen. Zeigt sich, nach dem Herablassen des Schwimmers, dennoch eine zu starke Reibung zwischen den Glasflächen des Schwimmerfusses und des Manometerrohres, so pflege ich eine kleine Menge der später zu erwähnenden Lösung von kohlensaurem Natron auf das Quecksilber zu giessen. Dasselbe geschieht, wenn sich erst im weiteren Verlaufe des Versuches eine solche Reibung bemerklich macht. Durch dieses einfache Mittel beseitigt man leicht die bereits eingetretenen oder drohenden Stockungen des Schwimmers, welche nicht in Fehlern des Apparats selbst ihren Grund haben. Natürlich muss dann aber bei der Bestimmung der Druckhöhe die kleine Flüssigkeitssäule, welche auf dem Schwimmerfuss lastet, mit in Rechnung gezogen werden.

e) Von grosser Wichtigkeit für das Gelingen der kymographischen Versuche ist die richtige Behandlung der Pinsel. Nach

jedem Versuch muss zunächst die ihnen anhaftende Farbe sorgfältig entfernt werden. Zu diesem Zwecke bestreiche ich jeden mittelst eines anderen grossen wiederholt in reines Wasser getauchten Pinsels so lange, bis die Reinigungs-Flüssigkeit nur geringe Spuren von Färbung zeigt. Dann werden die der Reihe nach so behandelten Pinsel einige Minuten hindurch dem Strahl der Wasserleitung ausgesetzt; und das anhaftende Wasser hierauf durch Drüberblasen entfernt. Durch dieses Verfahren gelingt es, das Zusammenbacken der Haare zu verhüten, und zu bewirken, dass selbst bei mehrwöchentlicher Unterbrechung der Versuche die Pinsel ihre ursprüngliche Weichheit behalten. Vor jedem neuen Versuche werden dieselben abermals mit reinem Wasser befeuchtet und dadurch auch zugespitzt. Die richtige Einstellung wird durch zwei Mittel bewirkt: durch die oben erwähnte Schraube und dadurch, dass man in jeden Pinsel-Kiel, bevor er auf den ihm zugehörigen Holzcylinder gesteckt wird, etwas weiches Wachs einschiebt. Durch das letztere Mittel wird es möglich, den Pinsel auch in der Vertikalebene zu verschieben und ihm schliesslich doch eine hinlänglich feste Lage zu geben. Dass die Spitzen aller drei Pinkel in einer und derselben Horizontalebene liegen müssen und dass jede derselben eine gradlinige Verlängerung des Trommel-Radius bilden muss, den sie berührt, bedarf wohl kaum besonders hervorgehoben zu werden. Die Farben applicire ich, um das Eintrocknen zu vermeiden, immer erst unmittelbar vor dem Beginn der Aufzeichnungen. Sie befinden sich in flachen Porzellanschälchen auf dem Holzgestell des Kymographions, dicht neben dem Manometer. Jedes Schälchen hat seinen besonderen grossen Pinsel zum Uebertragen der Farbe.

f) Nachdem der Schreibe-Apparat in Ordnung gebracht ist und die Trommel mit Hilfe einer Libelle eine verticale Stellung erhalten hat, geht man an die Präparation der Arterie, mit welcher das Kymographion in Verbindung gesetzt werden soll. Ich gebe der Crural-Arterie vor der Carotis den Vorzug, 1) weil das Bein leichter in vollkommene Ruhe zu versetzen ist als der Kopf des Thieres; 2) weil wegen der oberflächlicheren Lage der Cruralarterie ihre Verbindung mit dem Manometer leichter zu bewerkstelligen ist; 3) in Rücksicht auf den Vagus, der bei der Blosslegung der Carotis und bei ihrer Verbindung mit dem Manometer nothwendig in Mitleidenschaft gezogen wird; endlich 4) weil das Ueberfliessen von kohlensaurem Natron in die Verzweigungen der Carotis offenbar schädlicher wirken muss, als das Ueberfliessen desselben in die Zweige der Cruralis.

Nach der Blosslegung der Cruralis, die bei einiger Uebung ohne Blutverlust zu bewerkstelligen ist, unterbinde ich zunächst sorgfältig alle bemerkbaren Nebenzweige und comprimire dann den Hauptstamm durch Klemmpincetten an zwei etwa 1½ Zoll von einander entfernten Stellen, von denen die eine dicht unterhalb des Poupart'schen Bandes gewählt wird. Das zwischen den beiden Klemmpincetten befindliche, durch Blut prall gespannte Arterienstück wird grade in der Mitte durch eine kleine Scheere eröffnet und die feine Oeffnung aus der wegen der vorher geschehenen Unterbindung der Nebenzweige eine nur kleine Menge Blutes hervorspritzt, in einen Längsspalt verwandelt. Am besten ist es, wenn die beiden Hälften des Längsspaltes nach einander und symetrisch zu beiden Seiten der feinen Oeffnung gemacht werden. Bei diesem Verfahren verliert die Arterienwand am wenigsten von ihrer Haltbarkeit. Die Länge des Spaltes muss sich natürlich nach den Dimensionen der T-förmigen Kanüle richten. Es ist besser, ihn zu kurz als zu lang zu machen, da er im ersteren Fall leicht verlängert werden kann, während im zweiten Falle die Befestigung des Arterienröhrchens grosse Schwierigkeiten darbietet. Von der T-förmigen Kanüle werden zunächst nur die beiden an einander geschraubten Endtheile mit der Crural-Arterie in Verbindung gesetzt. Das durch den Längsspalt eingeführte Röhrchen wird in der richtigen Lage durch um die Arterie geschlungene und verknüpfte Seidenfäden erhalten.

g) Die Füllung des einerseits mit dem Hahne der T-förmigen Kanüle und andererseits mit dem Manometer verbundenen Bleirohres geschieht, indem die mit der Lösung des kohlensauren Natrons gefüllte Spritze in den Griff des Hahnes eingesetzt wird. Das Ausflussrohr der Spritze ist so beschaffen, dass es genau in den beschriebenen Kanal passt, welcher den Griff des Hahnes durchsetzt und welcher nun durch die halbe Bohrung des Hahnes mit der Höhlung des Bleirohrs communicirt. Die im Hahn, im Bleirohr und im Manometer enthaltene Luft entweicht durch die bereits von Volkmann in dem Bleirohre angebrachte Oeffnung, welche durch ein abgeschliffenes Messingpfröpfchen luftdicht verschlossen werden kann. Ich treibe die Natron-Lösung absatzweise ein. Nach jedem Absatz wird das erwähnte Pfröpfchen so weit gelüftet, dass die Luft unter Geräusch entweicht. Mit dem Einspritzen der Natron-Lösung wird erst aufgehört, wenn bei wiederholter Hebung des Pfröpfchens kein Geräusch mehr entsteht, und dann der Griff des Hahnes (während die Spritze noch mit ihm in Verbindung steht)

so um seine Achse gedreht, dass die halbe Bohrung in das freie Ende des Hahnes mündet.

h) Es bleibt nun noch übrig, den Hahn und die beiden mit der Crural-Arterie zusammenhängenden Endstücke der T-förmigen Kanüle in Verbindung zu setzen und dann die noch Luft enthaltenden Höhlungen auch dieser Theile vollständig mit der Lösung des kohlensauren Natrons zu füllen. Die Verbindung bewerkstellige ich dadurch, dass ich den auf Rollen stehenden und mit äusserster Leichtigkeit nach allen Richtungen verschiebbaren Operations-Tisch an das Kymographion heranziehe und nachdem ich ihm die passende Stellung gegeben, den Hahn mit den beiden Endtheilen der T-förmigen Kanüle zusammenschraube. Dieser Akt gehört zu den allerwesentlichsten für das Gelingen des kymographischen Versuches. Es kommt Alles darauf an, dass die Arterie ihren natürlichen graden Verlauf beibehält, also keinerlei Biegung oder gar Knickung erleide. Dies zu vermeiden ist nur dann möglich, wenn die Richtung des Bleirohrs senkrecht auf der natürlichen Richtung der Crural-Arterie steht. Man könnte zwar, um die Gestaltveränderungen der Arterie zu vermeiden, daran denken wollen, das Bleirohr selbst zu verbiegen, aber dies würde denselben Uebelstand herbeiführen, als die Verbiegung der Arterie. Ich meine: eine zu grosse Verlangsamung des Blutstromes, der aus der Arterie nach dem Manometer und in umgekehrter Richtung geht. In Folge einer solchen Verlangsamung kommt es erfahrungsgemäss, trotz der Natron-Lösung, sehr schnell zur Bildung von Thromben, sowohl in der Arterie selbst, als in den engeren Theilen des Röhrensystems, durch welches sie mit dem Manometer communicirt. Hat man sich von der richtigen Einstellung des Apparats überzeugt, dann wird der Operations-Tisch durch zwei an ihm vorhandene Fusseisen mit dem Zimmerboden in feste Verbindung gebracht. Die Füllung der noch lufthaltigen Röhren-Theile mit kohlensaurem Natron wird in ähnlicher Weise bewirkt, wie die des Bleirohrs und Manometers, indem die Spritze wiederum auf den Hahn aufgesetzt wird und die Luft durch Lüftung des an dem Endtheil der T-förmigen Kanüle angebrachten Pfröpfchens entweichen kann.

i) Die Abscissenachse lasse ich erst am Ende des Versuchs und natürlich durch jeden Pinsel besonders aufzeichnen. Sehr zweckmässig ist ein von Vierordt gemachter Vorschlag, den ich übrigens lange vorher bei meinen Versuchen befolgt habe, schon vor dem eigentlichen Beginn des Versuches die Quecksilbersäule in dem freien Manometerschenkel um so viel über die in dem anderen Schenkel zu erhöhen, als muthmasslich nothwendig ist, um

der vorhandenen Arterienspannung nahezu das Gleichgewicht zu halten. Aus vielfältiger eigener Erfahrung weiss ich, dass man in der Palpation der der Untersuchung zugängigen Arterien eine solche Uebung erlangen kann, dass man den richtigen Punkt fast immer zu finden vermag.

k) Der Versuch selbst beginnt am besten so, dass man zuerst das Uhrwerk in Gang bringt, damit es eine gleichförmige Geschwindigkeit erlange, bevor man die Spannungscurve verzeichnen lässt.

Man öffnet zuerst die obere Pincette, dann den Hahn, und zuletzt die untere Pincette. Indem sich die kohlensaure Natron-Lösung mit dem Blute vermischt, und durch Diffusion kohlensaures Natron in die Arterie gelangt, geräth das Thier in heftige Bewegungen, während deren der Druck bedeutend in die Höhe geht. Auch bei mit Worara vergifteten Thieren beobachtet man dann beträchtliche Aenderungen im Druck und in der Pulsfrequenz, auf die ich bei anderer Gelegenheit zurückkommen werde. Dass man diesen Sturm vorübergehen lassen muss, ehe man das dem Versuch gesteckte Ziel ins Auge fasst, versteht sich von selbst.

l) Schliesslich noch einige Worte über die Reinigung des Instruments, wenn es im Verlaufe des Versuches zu Gerinnungen in der Arterie oder in dem Röhrensystem gekommen ist, durch welches die Arterie mit dem Manometer communicirt. Die Entfernung der in der Arterie und in den Endtheilen der T-förmigen Kanüle gebildeten Thromben bewirke ich durch Einspritzung von lauwarmem Wasser. Zu diesem Zweck wird nach abermaliger Application der Klemmpincetten an die Arterie der Griff des Hahnes so gedreht, dass die halbe Bohrung nach der Arterie hin gerichtet ist, und dann die Spritze in den verticalen Kanal eingesetzt, der den Griff des Hahnes durchzieht. Nach Entfernung des Pfröpfchens, welches die weite Oeffnung des in der Arterie steckenden Röhrchens verschliesst, wird nun ein Strom warmen Wassers hindurchgetrieben, durch den ein etwa hier vorhandener Thrombus mit Leichtigkeit herausgespült wird. Nach geschehener Reinigung der Kanülen werden sie noch einmal mit warmem Wasser angefüllt, hierauf das erwähnte Pfröpfchen wieder eingesetzt und die unterhalb des Poupart'schen Bandes applicirte Klemmpincette entfernt. Eine neue Einspritzung (von warmem Wasser), wenn sie mit einer gewissen Geschwindigkeit geschieht, vermag jetzt auch einen in der Crural-Arterie selbst befindlichen Thrombus hinwegzuspülen. Wahrscheinlich geräth derselbe in die Aorta abdominalis und von hier aus in das Stromgebiet der anderen Cruralis. Besondere Untersuchungen zur Entscheidung dieses Punctes habe

ich bis jetzt nicht angestellt. In ähnlicher Weise lassen sich begreiflich auch diejenigen Blutgerinnsel entfernen, welche sich zwischen dem Hahn und dem Manometer gebildet haben. Man braucht zu diesem Zweck nur den Griff des Hahns umzudrehen, so dass die halbe Bohrung nach dem Manometer gerichtet ist. Dann communicirt die Höhlung der Spritze, die vorher mit Natron-Lösung gefüllt worden, mit dem Bleirohr und durch dieses mit dem Manometer. Die in das Bleirohr einströmende reine Natron-Lösung treibt die durch Blutbeimengung verdickte und Gerinnsel-haltige Flüssigkeit vor sich her und gegen das Manometer hin und, wenn das auf der oberen Fläche des Bleirohrs befindliche Messingpfröpfchen entfernt wird, aus der hier gegebenen Oeffnung heraus. Ich spritze stets so lange reine Natron-Lösung hindurch, bis das aus der letzgenannten Oeffnung abfliessende Fluidum ganz klar, höchstens noch schwach roth gefärbt erscheint.

Eine besondere Erwähnung scheint mir an dieser Stelle der Umstand zu verdienen, dass nach der Einspritzung von warmem Wasser in die Crural-Arterie (gegen die Aorta hin) die Spannung des Aortensystems mehrere Minuten lang hindurch bedeutend höher erscheinen kann, als sie vor der Reinigung des Instruments beobachtet wurde. In manchen Fällen ist sie sogar mehr als noch einmal so hoch. Es hängt dies, wie ich mich überzeugt habe, von der Geschwindigkeit ab, mit der die Einspritzung geschieht. Spritzt man langsam ein, so kann die Druckerhöhung ganz ausbleiben.

VII.

Einige Bemerkungen über die zweckmässigste Art der Injection solcher Stoffe, deren Wirkungsweise mittelst des Kymographion geprüft werden soll. †)

Zur Injection ins Venensystem bediene ich mich eines eigenthümlich geformten Messingröhrchens, das in die Vena jugularis externa eingebunden wird. Die Gestalt desselben ergiebt sich aus Taf. II. Fig. 1. Das dickere obere Ende ist cylindrisch ausgeschliffen zur Aufnahme des kurzen ebenfalls cylindrischen und abgeschliffenen Ausflussrohrs der Injectionsspritze. Das dünnere untere Ende läuft in einen nicht, wie die Fig. zeigt, eiförmigen, sondern stumpfkegligen Knopf aus, der auch bedeutend dünner ist, als er in der Zeichnung erscheint, die nach einem älteren Modell entworfen ist. An der neuesten Vorrichtung, die ich seit etwa einem Jahre benutze, ist auch noch im oberen dickeren Ende unterhalb der cylindrisch ausgeschliffenen Stelle ein Hahn angebracht, durch den nach erfolgter Injection das Röhrchen verschlossen werden kann.

Nach Blosslegung der Vene in der Länge von 1½" werden zwei starke Seidenfäden unter ihr hindurch gezogen und hierauf das centrale Ende des blossgelegten Venen-Stückes unterbunden. Das peripherische Ende verschliesst man einstweilen durch eine etwas grosse Serre-fine. In der Mitte zwischen beiden Stellen wird dann eine kleine Oeffnung zur Einführung des Injections-Röhrchens gemacht. Das Röhrchen wird so weit gegen den Kopf des Thieres hin vorgeschoben, bis der stumpfkeglige Knopf an die von der Serre-fine verschlossene Venen-Stelle anstösst und dann die zweite Ligatur angelegt. Diese muss so fest sein, dass sie den Knopf des Injections-Röhrchens im Venenlumen zurückhält und ihn selbst bei starken Tractionen nicht herausgleiten lässt. Der grösseren Sicherheit wegen werden zuletzt auch noch die freien Enden des ersten

†) Auch diese Bemerkungen, sowie die nächstfolgende Digitalis-Arbeit, sind bereits im Jahre 1861 niedergeschrieben, aber bis jetzt nicht veröffentlicht worden.

Ligaturfadens über dem Injections-Röhrchen zusammengebunden, Fig. 2 Taf. II. zeigt das Injections-Röhrchen innerhalb der Vene mit beiden Ligaturen, am oberen Ende des Röhrchens die aufgesteckte Injections-Spritze.

Ein unangenehmer Zwischenfall ist es, wenn der Knopf des Injections-Röhrchens vor eine Venenklappe zu liegen kommt. Denn in diesem Falle kann man selbst bei Anwendung grosser Gewalt nur ein paar Tropfen der Injections-Flüssigkeit aus der Spritze entleeren. Weiteres Ausfliessen verhindert die aufgeblähte Venenklappe. Es bleibt dann nichts übrig, als die Ligaturen wieder zu lösen und das Injections-Röhrchen weiter gegen den Kopf des Thieres hin vorzuschieben.

Warum ich, trotz dieses Uebelstandes, nicht gegen das Herz hin injicirte, ist unschwer einzusehen. Bei der Einspritzung in das centrale Ende der ven. jugul. extern. muss immer eine grössere Menge der anzuwendenden Substanz auf ein Mal mit der inneren Fläche des rechten Vorhofes und rechten Ventrikels in Berührung kommen. Die nothwendige Folge davon ist eine Verdunkelung der Wirkungen, welche der durch die Coronar-Arterien zu den Herzganglien und zur Muskelsubstanz des Herzens und der durch die Vertebral-Arterien zur Medulla oblongata gelangende Theil des Giftes hervorruft. Offenbar aber sind es diese Wirkungen, welche wir als die wichtigsten vorzugsweise ins Auge zu fassen haben. Spritzt man dagegen nach dem Kopfe hin und überdies langsam ein, so wird die Injections-Flüssigkeit, bevor sie ins Herz gelangt, auf eine grössere Blutmenge vertheilt, und dadurch eine intensive Einwirkung des Giftes auf die innere Fläche des Herzens fast ganz vermieden. Denn augenscheinlich muss, unter sonst gleichen Bedingungen, die Einwirkung um so schwächer werden, je mehr der Prozentgehalt des Blutes an giftiger Substanz abnimmt.

Ich habe bis jetzt nur in Wasser lösliche Substanzen der kymographischen Prüfung unterworfen und dabei zwei Regeln befolgt. Die eine ist: zunächst immer möglichst verdünnte Lösungen in Anwendung zu bringen; die zweite: immer nur kleine Volumina einzuspritzen. Das Volumen einer Injections-Portion schwankte zwischen 1—3 Cc. Auf die Temperatur der Flüssigkeit nahm ich, seit Anwendung der kleinen Volumina, keine Rücksicht mehr. Doch will ich bemerken, dass ich nie kalte Flüssigkeiten einspritzte, sondern immer nur solche, die bereits die gewöhnliche Zimmer-Temperatur angenommen haben mussten

---

VIII.

Ueber die Veränderungen, welche die Spannung des Aortensystems unter dem Einfluss der Digitalis erleidet.

I. Geschichtliche Vorbemerkungen.

Die ersten Versuche zur Lösung der oben gestellten Aufgabe wurden von mir im Jahre 1851, bald nach Vollendung der p. 190—234 mitgetheilten Versuche unternommen. Ich benutzte dazu das von Volkmann modificirte Ludwig'sche Kymographion und fand mit Hilfe dieses durch mannigfache Unvollkommenheiten ermüdenden Instruments zunächst zwei Thatsachen, deren Volkmann in einer Streitschrift gegen Ed. Weber (Müller's Archiv, Jahrgang 1852, p. 301) mit folgenden Worten Erwähnung thut:

„Aehnliche enorme und plötzlich eintretende Veränderungen hat Traube als Folgen der Digitalis-Wirkung beobachtet. Traube hat zur Feststellung der Druckwerthe das Kymographion benutzt und hat die gewonnenen Curven mir vorgelegt. Aus diesen ergiebt sich Folgendes: Nach Einspritzung des Infus. Digitalis in die Venen entsteht alsbald eine auffallende Verlangsamung des Pulses und gleichzeitig eine merkliche Verminderung des Druckes. Dann ändert die Curve plötzlich, nämlich in einem kleinen Bruchtheil einer Minute ihre Höhe und ihre Wellenformen. Sie steigt enorm in die Höhe und die vorher breiten und hohen Pulswellen werden schmal und niedrig, was auf eine Vermehrung der Pulsfrequenz auf das 3 bis 4fache hinweist.“

Im Verfolg dieser Arbeit werden wir sehen, dass die hier hervorgehobenen Erscheinungen in der That als Folgen der Einspritzung von Digitalis-Aufguss in das Venensystem von Hunden, aber nicht so beständig und in solcher Reihenfolge auftreten als

man es den angeführten Worten nach zu vermuthen geneigt wäre. Eine plötzliche und beträchtliche Erniedrigung des mittleren Druckes neben einer starken Verminderung der Pulsfrequenz wird in der ersten Zeit nach der Einspritzung nur dann beobachtet, wenn sehr grosse Gaben des Giftes zur Anwendung kommen. Und selbst in diesem Fall folgt auf die Erniedrigung des Druckes, trotz der fortdauernden Verlangsamung des Pulses, stets ein Stadium der Druckerhöhung. Das plötzliche Steigen des Druckes aber in Verbindung mit einer ebenso plötzlichen und bedeutenden Vermehrung der Pulsfrequenz zeigt sich im Verlauf eines Digitalis-Versuches nur dann, wenn nach eingetretener beträchtlicher Verlangsamung des Pulses abermals eine grössere Portion des Giftes eingespritzt wurde. Die Volkmann'sche Fassung dieser Ergebnisse erklärt sich, wenn ich bemerke, dass ich damals eine verhältnissmässig nur kleine Anzahl, überdies nur nach einer Methode angestellter Versuche aufzuweisen und eine Vermessung der so gewonnenen Curven noch nicht vorgenommen hatte. Die blosse Betrachtung dieser letzteren konnte begreiflich nur in Betreff der grossen, augenfälligen Schwankungen des mittleren Druckes zuverlässigen Aufschluss geben.

Während ich mit der Fortsetzung meiner Untersuchungen und vor Allem mit der Verbesserung der Versuchsmittel beschäftigt war, erschien im Jahre 1853 eine denselben Gegenstand berührende Arbeit von Lenz unter dem Titel: *Experimenta de ratione inter pulsus frequentiam, sanguinis pressionem lateralem et sanguinis fluentis celeritatem obtinente, Dorpat. Livonorum 1853.*

Auf Grund von vier Versuchen, von denen er selbst nur den vierten als vollkommen gelungen betrachtet (mit den Worten: *Negare non possum, numerum experimentorum de Digitalis effectu institutorum parvum esse, et tantum ultimam experimentorum seriem omnino successisse. Itaque sine dubio optandum fuisset, ut comparandi caussa adhuc nonnulla experimenta instituerentur, quod tamen etc.*) glaubt sich der Verfasser zur Aufstellung dreier Sätze berechtigt, welche also lauten (l. c. p. 35):

a) Pulsus minore gradu actionis Digitalis retardatur, si vero haec actio augetur, pulsus magnopere acceleratur.

b) Pressio apud pulsum Digitali retardatum initio aucta est, sed paulatim rursus minuitur. Ubi acceleratio pulsus intrat, pressio denuo aliquanto augetur, sed etiam tum rursus sensim deminuitur.

c) Celeritas adhibita Digitali non magnopere mutatur, modo paulo minor, modo paulo major est.

Der erste dieser Sätze ist, wie der aufmerksame Leser vorliegender Abhandlungen sofort bemerkt haben wird, nichts als eine Bestätigung der auf p. 196—234 von mir mitgetheilten Versuche, die dem Jahre 1850 und 51 angehören.

Dass der dritte unmöglich richtig sein kann, wenn es der zweite ist, bedarf für den, der wie wir von der Wahrheit der E. Heinrich Weber'schen Theorie über die Abhängigkeit der Geschwindigkeit des Blutstromes von der Spannung des Aortensystems überzeugt ist, keiner besonderen Auseinandersetzung.

Wir haben es daher ausschliesslich mit dem zweiten Satz zu thun, um so mehr als es eigentlich nur dieser Satz ist, aus dem Lenz gegen mich den folgenden Schluss zieht (l. c. p. 36):

Itaque facere non possum, quin sententiam illam, quam Traube proposuit, effectum Digitalis irritatione, et si fortioribus dosibus adhibeatur, paralysi nervi vagi niti, non probatam esse declarem.

Blicken wir aber auf die Versuche selbst, so ergeben sich mehrere Bedenken gegen deren Beweiskraft.

Wir finden, erstens, in keinem dieser Versuche irgendwelche Andeutungen über das Verhalten des mit dem Druckmesser in Verbindung gesetzten Thieres, während es doch über allen Zweifel fest steht, dass verbreitete Muskelcontractionen, ja sogar schon ungewöhnlich energische Exspirationen, auch wenn dieselben nicht mit Geschrei verbunden sind, die Spannung des Aortensystems beträchtlich zu steigern vermögen. Thatsachen, wie diese, müssen um so schwerer ins Gewicht fallen, wo wir es, wie hier, mit einem den Blutdruck erhöhenden Agens zu thun haben würden. Ich selbst musste, wie wir später sehen werden, lediglich aus Rücksicht auf diese Fehlerquelle von 120 hierher gehörigen Versuchen über Hundert verwerfen.

Ferner giebt Lenz in der Einleitung zu seiner Arbeit, da wo von seiner Versuchsmethode die Rede ist, selbst an, dass bei jedem seiner Versuche so viel kohlensaures Natron in das Aortensystem gelangte, dass die Mehrzahl der Thiere Schmerzen äusserte. Hat das, wie wir nothwendig annehmen müssen, auch bei den Digitälis-Versuchen Statt gefunden, dann konnten die dem Mittel zugeschriebenen Druckerhöhungen noch einer zweiten Fehlerquelle entstammen. Denn von mir gemachte Erfahrungen, die wir ebenfalls später kennen lernen werden, zeigen, dass in Folge der unmittelbaren Einführung einer solchen Lösung von kohlensaurem Natron ins Aortensystem (oft unter Krämpfen) enorme und lang anhaltende Druckerhöhungen eintreten können und dass dann die Druckcurve, während eines

grösseren Zeitraums, selbst die Form einer durch Digitalis erzeugten anzunehmen vermag. Die nehmlichen Beobachtungen habe ich sogar an Thieren gemacht, die zur Zeit, wo das kohlensaure Natron in die Crural-Arterie (d. h. in der Richtung nach den Kapillargefässen) einströmte, sich bei künstlicher Respiration unter dem vollen Einfluss des Worara-Giftes befanden, die also auf die von dem kohlensauren Natron etwa erregten Empfindungen nicht einmal durch modificirte Athembewegungen zu antworten im Stande waren.

Drittens wurde in drei Versuchen, so namentlich auch in dem letzten, den Lenz für den einzigen vollkommen gelungenen erklärt, Digitalin angewendet, ohne dass wir über die Natur des Lösungsmittels Aufklärung erhalten. Sollte, wie wir danach vermuthen müssen, in der That eine alcoholische Lösung und damit ein Stoff zur Anwendung gekommen sein, der möglicherweise ebenfalls durch seine erregende Wirkung auf das Herz einen Antheil an der beobachteten Druckerhöhung im Aortensystem haben konnte?

Man könnte diese Bedenken mit dem Einwurf abfertigen wollen, dass ein anderes von Lenz nach gleicher Methode geprüftes Mittel, der Brechweinstein, constant Druckerniedrigung herbeigeführt habe, was offenbar nicht der Fall sein könnte, wenn die hervorgehobenen Fehlerquellen von erheblicher Bedeutung wären. Dieser Einwurf aber verliert sein Gewicht schon durch den Umstand, dass die mit dem Brechweinstein vergifteten Thiere nicht ebenfalls, wie die mit Digitalis vergifteten, Hunde waren. Aber auch hiervon abgesehen, wäre ja die Druckerniedrigende Wirkung des Tart. Stibiat möglicherweise gross genug, um die aus den erwähnten Fehlerquellen resultirende Druckerhöhung zu überwiegen.

Auf die in Virchow's Archiv mitgetheilte Arbeit von Winogradoff, welcher der Digitalis jeden Einfluss auf den Blutdruck abspricht, näher einzugehen, halte ich für überflüssig, weil jedem mit kymographischen Versuchen nur einigermaassen vertrauten Beobachter sofort klar sein muss, dass in Folge der eigenthümlichen Einrichtung des benutzten Instruments störende Blutgerinnungen schon eingetreten waren, bevor das Aufzeichnen der Spannungscurven begann.

II. Die Versuchs-Methode.

a) Die folgenden Versuche wurden insgesammt an nicht narcotisirten Thieren ausgeführt. Ihre Zahl ist so klein, weil ich (unter 120) diejenigen auswählte, in denen die Thiere sich entweder durchgängig vollkommen ruhig verhalten hatten oder wenigstens während des grössten Theiles der Versuchszeit ruhig geblieben waren. Die Zeiträume der Unruhe sind bei jedem einzelnen dieser letzteren sorgfältig vermerkt

b) Die Einspritzungen in die Vena jugul. externa machte ich damals noch mit einer Glasspritze, auf deren Ausflussrohr ein conisch geformter Kork mit Siegellack befestigt war. Zur Aufnahme des Korkes besass das obere Ende des Injectionsröhrchens eine trichterförmige Aushöhlung. In den Pausen zwischen den Injectionen war der Trichter durch einen einfachen Pfropfen verschlossen. In den letzten Jahren habe ich diese an mannigfachen Unbequemlichkeiten und Unvollkommenheiten leidende Vorrichtung mit der oben p. 250 beschriebenen vertauscht. Zur Ergänzung der dort gemachten Beschreibung sei hier nachträglich bemerkt, dass die Injections-Spritze graduirt ist, so dass man an dem Stempelstiel die Anzahl der eingespritzten CC. ablesen kann. Der Hauptmangel des früheren Verfahrens war, dass man das Volumen der in das Venensystem gelangenden Flüssigkeit nicht genau bestimmen konnte, daher sind denn auch die angegebenen Dosen nur als ungefähre zu betrachten.

c) Da der Schreibe-Apparat des Kymographions damals nur einen Pinsel besass, liess ich auf einen Bogen gewöhnlich nur eine Curve verzeichnen, und da damals auch die Bogen noch durch Verklebung ihrer Enden an der Trommel befestigt wurden, so gingen zwischen je zwei Curven einige Minuten verloren. Die nothwendige Folge dieser Unvollkommenheit war, dass ich die Wirkung der einzelnen Digitalis-Dosen nicht so vollständig zu verfolgen vermochte, als ich es jetzt im Stande bin, wo ich oft während 10 Minuten die Druckveränderungen ununterbrochen verzeichnen lassen kann.

d) Wo im Verlaufe des Versuches eine Reinigung nöthig war, liess ich die Abscissenachse jedes Mal vor Beginn der Reinigung verzeichnen. Um den Fehlern zu entgehen, welche aus der unregelmässigen Gestalt des Papierstreifens entstehen konnten, war die Einrichtung getroffen, dass auf jeden Bogen eine horizontale ver-

zeichnet wurde durch einen zweiten Pinsel, der mit dem oberen Ende des freien Manometerschenkels fest verbunden war. Mit Hilfe dieser Linie war man im Stande mit einer richtigen Abscissenachse auch diejenigen Bogen nachträglich zu versehen, auf welche der Schwimmer keine Abscissenachse verzeichnet hatte.

e) Die Reinigung geschah auf die Weise, dass man nicht nur das Röhrensystem, welches die Communication zwischen Arterie und Manometer vermittelte, aus einander nahm und von seinem Inhalt befreite, sondern auch das in der Arterie befindliche Röhrchen selbst, nach Lösung der Ligaturen, entfernte und reinigte. Allerdings gingen dadurch gewöhnlich mindestens 10 Minuten verloren, aber ich war sicher, keine neuen Bedingungen von wesentlichem Belange in das Experiment einzuführen. Denn selbst die Veränderung des Druckes und der Pulsfrequenz, welche das Ueberfliessen von Natron-Lösung in die Crural-Arterie nach sich zieht, waren hier dadurch vermieden, dass vor Eröffnung des Hahns die Flüssigkeits-Säulen des Manometers sich im Gleichgewicht befanden.

f) Die Lösung des kohlensauren Natrons, die ich damals in Gebrauch zog, war eine (für die Zimmertemperatur) concentrirte; auf dem Boden der Flasche befand sich stets noch eine Schicht des krystallisirten Salzes.

g) Die Vergiftung des Thieres (zu allen Versuchen wurden Hunde verwendet) geschah entweder vom Magen aus oder durch Einspritzung ins Venensystem. Die Anwendung so grosser Dosen, wie ich sie (mit Hilfe einer Schlundsonde) in den Magen brachte, rechtfertigt sich durch folgende kurze Ueberlegung.

Offenbar erfolgt die Aufsaugung des Giftes im Magen nicht augenblicklich, sondern nur allmälig. Indem so auch der Gehalt des Blutes an giftiger Substanz nur allmälig grösser wird, erhalten wir eine continuirliche Reihe von Wirkungen, deren jede immer intensiver ist als die vorhergehende, lernen also, trotz der enormen Dose, die wir in den Magen einführen, oder vielmehr gerade dadurch alle Wirkungen kennen, deren das Gift fähig ist, die leichteste ebenso wohl als die intensivste, die erstere in den Augenblicken, die der Einführung des Giftes in den Magen folgen, die letztere im Moment des Herztodes.

III. Die Versuche.

Experiment I.

Am 14. November 1852. Kleiner ziemlich kräftiger Hund.
(Hierzu Taf. III.)

Nummer der Curven.	Zeit*).	Puls-Frequenz in einer Minute.	Mittlerer Druck während einer Minute in Millimetern.	Bemerkungen.
1.	1h. $10\frac{1}{2}$m.	105	190,0 I.	I. Um 1h. 13m. eine Spritze Digitalis-Infus (ʒii) ℥ IV (circa 7 Gran Digitalis-Kraut aequivalent).
2.	1h. $15\frac{1}{4}$m.	95	187,4	
3.	1h. $17\frac{3}{4}$m.	68	186,0	
4.	1h. $20\frac{1}{2}$m.	59	189,8 II.	II. Bald darauf eine zweite Spritze.
5.	1h. $23\frac{3}{4}$m.	46	192,4	
6.	1h. $26\frac{1}{2}$m.	53	216,8	
7.	1h. 29m.	86	241,8 III.	III. Um 1h. 31m. dritte Spritze.
8.	1h. $33\frac{1}{2}$m.	172	247,0	
9.	1h. $36\frac{1}{2}$m.	182	234,0	
10.	1h. $39\frac{1}{2}$m.	192	206,6	
11.	1h. $40\frac{1}{2}$m.	198	195,4	
12.	1h. $44\frac{1}{2}$m.	212	160,2	
13.	1h. $47\frac{1}{2}$m.	198	137,6 IV.	IV. Um 1h. $51\frac{1}{2}$m. vierte Spritze.

Um 1h. $54\frac{1}{2}$m. unter Verminderung der Pulsfrequenz und rascher Abnahme des Druckes Tod.

Experiment II.

Am 23. Dcbr. 1852. Mittelgrosser Hund.
Mässige Unruhe, zeitweise sehr stark.

2.	1h. 23m.	122	174,0 I.	I. Gleich darauf Einspritzung = 1 Spritze.
3.	1h. $26\frac{1}{2}$m.	120	177,8 II.	II. Unruhe
4.	1h. $29\frac{1}{2}$m.	91	182,2 III.	III. Um 1h. 31m. zweite Einspritzung = 1 Spritze.
5.	1h. $34\frac{1}{2}$m.	74	192,6	
6.	1h. 37m.	75	177,0 IV.	IV. Um 1h. 40m. dritte Einspritzung = 1 Spritze.
7.	1h. 42m.	78	185,0	
8.	1h. 45m.	87	— V.	V. Während dieser Curve häufige und starke Brechbewegungen.
9.	1h. 49m.	175	248,8	
10.	1h. 52m.	154	197,0	Die Herzcontractionen sind so klein, dass eine grosse Anzahl nicht mehr verzeichnet wird.
11.	1h. 55m.	139	171,8	
12.	1h. 58m.	142	—	
13.	—	130	155,2	

*) Unter Zeit verstehe ich den Zeitpunkt, in welchem die Curve beendigt wurde.

Experiment III.

Am 28. November 1852. Hund unter Mittelgrösse, musterhaft ruhig.

Nummer der Curven.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Minute.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
1.	1h. 4m.	126	147,8 I.	I. Gleich darauf 1 Spritze eines Digital.-Infus (ʒii) ℥iv = 7 gran Digit.-Kraut.
2.	1h. 7m.	85	172,0	
3.	1h. 10m.	83	185,0 II.	II. Gleich darauf zweite Einspritzung = 1 Spritze.
4.	1h. 13m.	73	179,4 III.	III. Während dieser Curve c. ¼ Minute lang Brechbewegungen, während welcher Pulsfrequenz und Druck beträchtlich abnehmen, um dann wieder zu steigen.
5.	1h. 16m.	160	227,2	
6.	1h. 19m.	191	217,6	
7.	1h. 21½m.	205	201,8	
8.	1h. 24m.	184	187,6 IV.	IV. Gleich darauf dritte Einspritzung = 1 Spritze.

Um 1h. 27½m. unter rasch abnehmendem Druck und weiterer Verminderung der Pulsfrequenz Tod.

Aus diesen drei Versuchen, welche, was die Form und Gabe der Digitalis und die Art ihrer Application betrifft, genau denen gleichen, die in meiner ersten Arbeit über die Wirkungen der Digitalis mitgetheilt sind, ergeben sich, wie man auf den ersten Blick sieht, die folgenden Sätze:

1. Gleich oder ganz kurze Zeit (kaum einige Minuten) nach der Einspritzung des Digitalis-Infuses in Dosen, welche die in heissem Wasser löslichen Bestandtheile von c. 8 Gran der gepulverten Blätter enthalten, beginnt die Pulsfrequenz zu sinken, die Spannung des Aortensystems dagegen zuzunehmen.
2. Das Maximum der Spannung des Aortensystems fällt jedoch nicht in den Zeitraum, in welchem die Pulsfrequenz abnorm niedrig ist, sondern erst in die Zeit, in welcher die Pulsfrequenz wieder zugenommen und weit über das normale Mittel sich erhoben hat.
3. Auf dem Maximum angelangt, verhält sich die Spannung des Aortensystems zu der normalen Spannung im Durchschnitt wie 142 : 100.

4) Das Maximum der Spannung des Aortensystems tritt (wahr-

scheinlich immer) früher ein als das Maximum der Pulsfrequenz.

5) Eine abnorm niedrige Spannung beobachtet man erst kurze Zeit vor dem Tode; in diesem Zeitraum ist zwar auch die Pulsfrequenz im Sinken begriffen, aber doch immer noch weit höher als die normale Pulsfrequenz.

Bei der grossen Uebereinstimmung, welche diese Versuche zeigen, muss der Widerspruch, in dem sie zur klinischen Erfahrung stehen, um so auffallender sein. Dann nichts ist leichter als sich davon zu überzeugen, dass die Digitalis, wenn sie bei fiebernden Kranken in grösseren (3—5 gränigen) Dosen (zweistündlich) zur Anwendung kommt, wie in der Pneumonie, bei der Polyarthritis rheumatica etc., nach verhältnissmässig kurzer Zeit neben einer beträchtlichen Verminderung des Pulsfrequenz eine bedeutende Verminderung der Spannung des Aortensystems zur Folge hat. Ein so characterisirtes Stadium findet sich in keinem der drei Versuche. Wir finden bei allen constant eine abnorm niedrige Pulsfrequenz mit einem abnorm hohen Druck und einen abnorm niedrigen Druck mit einer abnorm hohen Pulsfrequenz verbunden*). — Sollte dieser Widerspruch nur ein scheinbarer sein und vielleicht darin seinen Grund haben, dass die den Thieren eingespritzten Mengen des Digitalis-Infuses zu kleine waren?

Die folgenden Versuche werden eine befriedigende Antwort auf diese Frage geben.

---

*) Mit dieser Behauptung scheinen die ersten Zahlen des ersten Versuches nicht zu stimmen, da aus ihnen hervorzugehen scheint, dass in der That unmittelbar nach der Einspritzung nicht bloss die Pulsfrequenz, sondern auch der Druck abnehmen kann. Aber die hier in Frage kommenden Druck-Differenzen sind, wie wir bald sehen werden, ein Phänomen von nur accidenteller Bedeutung.

Experiment IV.
14. Mai 1853. Kleiner Spitzhund.

Nummer der Curve.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Min.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
1.	12h. 37m.	97	158,0	
2.	— 42m.	74	155,2	
3.	— 46m.	57	161,8 I.	I. Kurz vor dieser Curve Einspritzung, ½ Spritze voll d. i. die in Wasser löslichen Bestandtheile von 65 gran Digitalis*).
4.	— 48m.	55	170,0	
5.	— 50m.	55	158,0	
6.	— 52m.	84	145,6	
7.	— 57½m.	82	136,2	
8.	— 59½m.	208	224,6 II.	Kurz vor dieser Curve zweite Einspritzung.
9.	1h. 1½m.	— III.	152,2	III. Abnahme der Pulsfrequenz; noch vor Beendigung der Curve Tod.

Experiment V.
4. Juni 1853. Grosser Pudel, fast immer ziemlich ruhig. Die beiden Einspritzungen geschehen sehr langsam (nach dem Herzen zu).

Zeit.	Zahl der Herzcontractionen.	Mittlerer Druck in Mm.	Bemerkungen.
1h. 22m.	114	129,4 I.	I. Bald darauf ½ Spritze (die in Wasser löslichen Bestandtheile von 65 Gran der Digitalis-Blätter in 65 Gran Wasser enthaltend).
— 25m.	83	160,2	
— 28½m.	85	170,4 II.	II. Bald darauf ½ Spritze.
— 31¼m.	110	178,6	
— 34½m.	134	198,4	
— 37½m.	188	190,4	
— 40m.	196	179,4	108 Athemzüge.
— 46m.	—	149,4	Die Zahl der Pulse, grösser als vorher, wird wegen der äussersten Kleinheit und Kürze der Wellen nicht mehr genau angegeben.
— 49m.	—	145,8	
— 51m.	—	134,2	

*) Zu diesem und den folgenden Versuchen wurde kein einfaches Digitalis-Infus, sondern ein aus diesem bereitetes Extract verwendet. Ein Scrupel dieses Extracts sollte die in Wasser löslichen Bestandtheile einer Unze der Digitalis-Blätter enthalten. Mit Ausnahme des Exp. X., brauchte ich zur Einspritzung in die Ven. jugul. extern. immer eine Lösung von ℈i des Extractes in ℥i Aqu. destillat. Die Höhlung der Spritze konnte etwa 130 Gran Aqu. destillat. fassen.

Diese beiden Versuche gleichen, wie ein Blick auf die Tabellen sofort zeigt, ganz und gar den vorher mitgetheilten Versuchen. Wie dort, so sehen wir auch hier kurz nach der Einspritzung die Pulsfrequenz sinken und den Druck im Aortensystem steigen, ferner das Maximum des Druckes in den Zeitraum fallen, in welchem die Pulsfrequenz über das Normale hinausgegangen ist, endlich zu keiner Zeit einen abnorm niedrigen Druck neben einer abnorm niedrigen Pulsfrequenz auftreten. Und doch haben wir in beiden Versuchen eine bedeutend grössere Dosis des Giftes einwirken lassen, als in den ersten dreien! — Aber sehen wir weiter.

Experiment VI.

18. Mai 1853. Kleiner Hund. Ruhe.

(Hierzu Taf. IV.)

Nummer der Curve.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Min.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
1.	11h. 21m.	92	157,4	
2.	11h. 24m.	75	153,6	
3.	11h. 27m.	79	152,4 I.	I. Gleich darauf ½ Spritze.
4.	11h. 34m.	24	132,6	
5.	11h. 36m.	31	164,0	

Experiment VII.

Im Jahre 1853, aber ohne nähere Angabe des Datums. Auch die Grösse des Hundes ist nicht näher angegeben.

Nummer der Curve.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Min.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
1.	1h. 10m.	134	194,4	Grosse Unruhe. Gleich nachher ½ Spritze.
2.	1h. 12½m.	117	160,6	Ziemliche Ruhe.
3.	—	— I.	111,6	I. Beträchtliche Verminderung der Pulsfr.; grosse Unruhe.
4.	1h. 15m.	98	153,2 II.	II. Grosse Unregelmässigkeit der Pulse; zeitweise Brechbewegungen (?).
5.	1h. 18m.	74	163,6	
6.	1h. 20m.	42	175,6	
7.	1h. 22m.	54	185,2	

Experiment VIII.

13. Juni 1853. Sehr kräftiger, mittelgrosser Hund, während des Versuches sehr ruhig. Einspritzung in das peripherische Ende der Vena jugular. externa.

(Hierzu Taf. V. u. VI.)

Zeit.	Puls-Frequenz in einer Min.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
12h. 51m.	132	174,4	
— 54m.	106	162,2*	*Während der 2. Hälfte der Curve Einspritzung über ½ Spritze voll.
— 56½m.	143	158,4	
1h. —	66	168,2	
1h. 3½m.	62	191,0	
— 7½m.	67	203,2	
— 9½m.	72	198,4	
— 12½m.	76	192,4	
— 15m.	85	192,6	
— 17m.	86	185,2	
— 20m.	89	177,6	
— 22½m.	100	171,2	
— —	103	165,0	
— —	110	160,4	
— 34m.	130	160,8	
— 40m.	160	156,6*	*Kurz vorher erste Reinigung des Instruments.
— 42m.	170	145,0	

Experiment IX.

19. Mai 1853. Kleiner Hund. Ruhe.

Nummer der Curve.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Min.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
1.	12h. 15m.	106	124,8	
3.	— 18m.	106	128,6 I.	I. Gleich darauf c. ¾ Spritze (enthaltend die löslichen Bestandtheile von 90 Gran).
3.	— 21½m.	48	86,4	
4.	— 22½m.	34	120,2	
5.	— 23½m.	34	154,8 II.	II. Während der Curve vorübergehende Brechbewegungen, worauf der Druck unter 120 hinuntergeht. Kurz nach der Curve 5 Tod.

Experiment X.

Im Jahre 1853, aber ohne Angabe des Datums. Sehr kräftiger Bulldog-Bastard. Anfangs grosse Unruhe, die vor dem Beginn der ersten Curve vorübergeht.

Nummer der Curve.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Min.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
1.	10h. 51m.	118	141,2	
2.	— 54m.	116	153,4 I.	I. Gleich darauf fast 1¼ Spritze einer Solut. Extract. Digital. ℈ii) ℥i (die grösste von mir auf ein Mal eingespritzte Dosis, enthaltend die in Wasser löslichen Bestandtheile von 320 Gran).
3.	— 56½m.	120	121,4	
4.	— 58½m.	108	137,6	
5.	11h. ½m.	56	156,0	
6.	11h. 3½m.	48	162,0	
7.	11h. 6½m.	62	161,8	
8.	— 12½m.	84	157,4	
9.	— 15½m.	54	162,0	
10.	— 18m.	109	174,6	
11.	— 20½m.	163	195,0	
12.	— 22m.	171	226,2	
13.	— 26½m.	184	188,4	
14.	— 29m.	230	155,6	
15.	— 30m.	233	144,8	
16.	— 32m.	302 II.	81,8	II. Während dieser Curve, also vor ihrer Vollendung erfolgte der Tod; die Zahl 302 ist aus dem gegebenen Curvenstück berechnet; die Zahl 81,8 repräsentirt den direct erhaltenen mittleren Druck.

Eine Vergleichung der sieben letzten Versuche führt ohne Weiteres zu folgenden Schlüssen:

1) Sehr grosse Gaben der Digitalis, wenn sie unmittelbar in den Blutstrom gebracht werden, unterscheiden sich in ihrer Wirkung auf den Circulations-Apparat nicht erheblich von den kleineren Gaben, welche wir in den ersten drei Versuchen in Anwendung gebracht haben.

2) Auch unter dieser Bedingung sehen wir kurz nach der Einspritzung die Spannung des Aortansystems steigen, während die Pulsfrequenz sinkt.

3) Das Maximum der Spannung kann, wie bei kleineren Dosen, in den Zeitraum fallen, in welchem die Pulsfrequenz sich

über die normale erhoben hat, aber auch schon früher, im Stadium der Pulsverlangsamung eintreten.

4) Wie bei kleineren Dosen, geht auch hier das Maximum der Spannung dem Maximum der Pulsfrequenz vorher.

5) Auch hier kann, wie bei Anwendung kleinerer Dosen, kurz vor dem Tode ein Stadium beobachtet werden, in welchem neben einer abnorm hohen Pulsfrequenz eine abnorm niedrige Spannung besteht.

6) Endlich zeigt sich, wenn wir von einem kleinen Zeitraum absehen, der unmittelbar auf die Einspritzung folgt, auch bei diesen Versuchen die abnorm niedrige Pulsfrequenz durchgehends mit einer abnorm hohen Spannung verbunden.

7) Die Erniedrigung des Druckes, die man in dem eben erwähnten Zeitraum, unmittelbar nach der Einspritzung, beobachtet, ist, wie es scheint, das Haupt-Moment, durch welches kleinere und grössere Gaben sich unterscheiden, doch ist offenbar auch dieser Unterschied weit entfernt ein constanter zu sein. Denn abgesehen von dem Ergebniss des ersten Experiments, auf das in einer Anmerkung bereits hingewiesen ist, vermissen wir diese „initiale" Spannungsabnahme, wie wir sie von nun ab nennen wollen, selbst unter den sieben letzten Versuchen nicht weniger als zwei Mal. Dass das Phänomen aber unmöglich die Bedeutung der Spannungs-Abnahme haben könne, die wir nach Anwendung grosser Digitalis-Gaben bei fiebernden Kranken beobachten, ergiebt sich zweifellos aus folgender Betrachtung: Wenn die Digitalis bei Kranken die Spannung des Aortensystems unter die normale herabdrückt, so thut sie dieses nie, ohne vorher die Spannung mehr oder weniger beträchtlich erhöht zu haben, und überdies ist die Spannungsabnahme dann stets von einer beträchtlichen Erniedrigung der Pulsfrequenz begleitet. In den vorstehenden Versuchen war die erstere Erscheinung niemals, die letztere nicht constant zu beobachten. In Versuch VIII. und X. lässt sich sogar zur Zeit, wo die initiale Spannungs-Abnahme ihr Maximum erreicht, eine Vermehrung der Pulsfrequenz constatiren. Wir haben es also hier augenscheinlich mit einer accidentellen Wirkung der Digitalis zu thun, welche wahrscheinlich auf dem plötzlichen und directen Kontact eines grösseren Giftquantums mit dem Herzmuskel beruht und darum so schnell verschwindet, weil die nachfolgenden Blutmengen den Muskel, so zu sagen, wieder rein waschen.

Experiment XI.

19. April 1853. Der Hund, dessen Grösse nicht angegeben ist, verhält sich während des ganzen Versuchs ruhig.
(Hierzu Taf. VII.)*)

Nummer der Curve.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Min.	Mittlerer Druck während einer Min. in Mm.	Bemerkungen.
1.	12h. 58m.	162	137,8 I.	I. Bald darauf c. ¾ Spritze, enthaltend die Bestandtheile von 90 Gran der Digitalis-Blätter.
2.	1h. 2m.	137	144,8	
3.	— —	120	142,6	
4.	1h. 8m.	65	185,0 II.	II. Während dieser Curve Brechbewegungen, wobei der Druck in maximo bis zu 274,0 Mm. hinaufsteigt und in minimo auf 85,8 absinkt.
5.	1h. 10m.	51	137,6	
6.	1h. 13m.	54	143,2 III.	III. Wieder Erbrechen, wobei der Druck in maximo bis zu 225,0 Mm. aufsteigt und in minimo auf 56,0 Mm. absinkt.
7.	1h. 16m.	52	167,0	
8.	1h. 19m.	102	185,8 IV.	IV. Mitten in dieser Curve ändert sich plötzlich die Pulsfrequenz und der Druck, indem beide beträchtlich steigen.
9.	1h. 21m.	207	196,6	
10.	1h. 24m.	233	159,0	
11.	1h. 25m.	231	159,6	
12.	1h. 35m.	230	152,4	
13.	1h. 36m.	232	146,4	

Dieser Versuch hätte seine Stelle nach Versuch IX. finden sollen, weil in beiden die gleiche Menge des Giftes eingespritzt wurde. Ich habe seine Mittheilung bis hierher aufgeschoben, weil er sich vor allen übrigen durch zwei Eigenthümlichkeiten auszeichnet. Wir lernen durch ihn die brechenerregende Wirkung der Digitalis, d. h. den Einfluss dieser Wirkung auf die Spannung des Aortensystems kennen, und ausserdem den Zeitpunkt näher kennen, welcher den Uebergang der Periode der Pulsverminderung zu der der Pulsbeschleunigung bildet. Den Einfluss des Erbrechens auf den Druck demonstriren die drei letzten Abschnitte der Curve 3 auf

*) Auf Taf. VII. sind nicht alle 13 Curven dieses Versuches dargestellt, sondern nur sieben, d. i. die erste, vierte, sechste, siebente, achte, neunte und zehnte. Die Zahlen der Tafel stimmen daher nicht mit den in der Tabelle gegebenen Curvennummern überein, wie bei den anderen Tafeln.

Taf. VII. Den Uebergang des Stadiums der Pulsverlangsamung in das Stadium der Pulsbeschleunigung zeigt Curve 5 derselben Tafel. — Im Uebrigen sehen wir augenscheinlich die Schlüsse bestätigt, welche wir aus den vorhergegangenen Versuchen gezogen hatten. —

Was aber ist, fragen wir jetzt noch einmal, der Grund des Widerspruches, in dem diese Injeetions-Versuche zur klinischen Beobachtung stehen? — Wenn es, wie wir gesehen haben, nicht an den Dosen liegt, dass wir bei den Einspritzungen des Giftes in die Venen niemals ein Stadium zu Gesicht bekommen, in welchem Pulsfrequenz und Druck längere Zeit hindurch stark vermindert erscheinen, so ist der Fehler vielleicht in der Methode selbst zu suchen. — Zur Lösung dieses Zweifels habe ich die folgenden beiden Versuche angestellt. Die Betrachtungen, welche mich dabei geleitet haben, sind bereits oben p. 257 sub g. mitgetheilt.

Experiment XII.

11. Juli 1853. Mittelgrosser, kräftiger Hund.

10 Minuten nach Beginn des Versuches, i. c. nachdem 4 Druckcurven verzeichnet sind, welche dazu dienen sollen, die normale mittlere Spannung des Thieres kennen zu lernen, wird eine Einspritzung einer Solut. extr. Digital.*) (℈iv) ℥ij in den Magen gemacht mit Hilfe einer Schlundsonde.

Nach erfolgter Einspritzung werden die kymographischen Aufzeichnungen unterbrochen, Behufs der Reinigung des Röhrensystems, durch welches die Crural-Arterie mit dem Manometer communicirt; dabei wird auch das in der Arterie befestigte Messingröhrchen herausgenommen.

Eine halbe Stunde (streng genommen 32 Minuten nach der Digitalis-Einspritzung) beginnt das Instrument wieder zu arbeiten.

Später werden noch zwei Reinigungen vorgenommen, die eine um 1 Uhr 55 Minuten (also etwa eine Stunde nach der Digitalis-Einspritzung), die zweite um 2 Uhr 44 Minuten (also etwa 2 Stunden nach der Einspritzung).

---

*) ℈i dieses Extractes sollte, wie bei den Versuchen IV. bis X., die in Wasser löslichen Bestandtheile von ℥i des Digitalis-Krautes enthalten.

Curven-Nummer.	Zeit.	Puls-Frequenz in einer Minute.	Der mittlere Druck während einer Min.	Respirations-Frequenz während einer Min.	Bemerkungen.
1.	12h. 41½m.	103	151,0	15	Ruhe.
2.	— 44m.	89	148,0	21	dito.
3.	— 46m.	89	153,0	—	—
4.	— 49m.	85	149,4	—	Ruhe.
	12h. 52m.	—	—	—	Einspritzung Solut. extr. Digit.
5.	1h. 25m.	76	142,4	—	Vorher starke Unruhe, jetzt ziemliche Ruhe.
6.	— 28m.	55	138,2	—	Ruhe.
7.	— 30m.	44	135,6	—	Fast ruhig.
8.	— 33m.	51	143,0	—	Ruhe.
9.	— 35m.	50	138,6	—	Ruhe.
10.	— 37m.	87	153,2	—	Grosse Unruhe und Geschrei.
11.	— 40m.	66	151,6	—	dito } Grosse Unregelmässigkeit des Pulses.
12.	— 41¾m.	85	148,8	—	dito
13.	— 44¼m.	66	153,2	—	dito
14.	— 47½m.	69	156,6	—	dito
15.	— 50m.	54	152,6	—	Ruhe; Puls wird regelmässiger.
16.	— 52m.	54	149,4	—	Häufige complexe Exspirationen.
17.	— 55m.	44	147,0	—	Ruhe; gleich darauf Reinigung.
18.	2h. 15m.	91	158,4	—	Häufiges, kurzes Geschrei.
19.	— 18m.	96	152,8	—	Nach dem ersten Drittel der Curve beginnt das Thier ruhig zu werden.
20.	2h. 20¼m.	70	144,2	—	Ruhe.
21.	— 22m.	60	145,6	—	Ruhe.
22.	— 25m.	57	135,6	—	Ruhe.
23.	— 27¼m.	59	125,6	—	Ruhe.
24.	— 30m.	57	124,6	—	Ruhe.
25.	— 32m.	59	120,4	—	Ruhe, aber häufigere Athmung.
26.	— 34m.	69	116,6	—	Unruhe; häufiges leises Geschrei.
27.	— 36¼m.	61	117,6	11¼	Ruhe.
28.	— 39m.	67	108,2	—	Ruhe.
29.	— 42m.	64	108,6	10¾	Ruhe.
20.	— 44m.	74	106,4	—	Häufigere Respiration.
31.	3h. —	215	94,2	—	Häufige Respiration.
32.	— 2½m.	237	95,8	29	
33.	— 7m.	242	91,0	26	
	— 10m.	—	—	—	Durchschneidung der Vagi.
34.	— 11m.	270	117,0	—	
35.	— 16m.	230	96,4	10	

Lassen wir, wie billig, die Zahlen der ersten Curve, welche zu kurze Zeit nach Application des Instruments erhalten wurde, ausser Acht, so betrug die mittlere Pulsfrequenz des Thieres in der Ruhe nicht mehr als 87, während die mittlere Spannung sich auf 150m. belief. Der Vorwurf aber, den wir gegen die Zahlen der ersten Curve *vor* der Einspritzung zu erheben berechtigt sind, trifft auch die Zahlen der ersten Curve, welche nach der Einspritzung erhalten wurde, denn auch diese Curve wurde zu kurze Zeit nach der Application des (gereinigten) Instrumentes gezeichnet. Lassen wir daher diese Curve ebenfalls unberücksichtigt und stellen wir die Zahlen der 4 folgenden Curven (No. 6, 7, 8 und 9) zur Gewinnung mittlerer Zahlen zusammen so war unter dem Einfluss der Digitalis nach Verlauf einer halben Stunde vom Zeitpunkt der Einspritzung gerechnet, die mittlere Pulsfrequenz von 87 auf 50, die mittlere Spannung von 150m. auf 138,8m. gesunken.

Dann kam ein Zeitraum von fast ¾ Stunden (von 1h. 37m. bis 2h. 18m.), in welchem das Thier sich fast fortdauernd in grosser Unruhe befand oder, mit anderen Worten, mehr weniger starke Muskelanstrengungen machte.

Unter dem Einfluss dieses Moments sehen wir den Druck und die Pulsfrequenz wieder steigen, die Pulsfrequenz von 50 auf 71 (im Mittel), den Druck von 138,8m. auf 152,3m. (im Mittel).

Als abermals Ruhe eingetreten war, beginnen beide wieder zu sinken, so dass von 2h. 20¼m. bis 2h. 44m. die mittlere Pulsfrequenz wieder nur 63, die mittlere Spannung 123,0m. betrug.

Aus diesem Versuche scheint daher geschlossen werden zu dürfen:

erstens, dass in Folge der Aufnahme der löslichen Bestandtheile der Digitalis vom Magen aus nicht nur die Pulsfrequenz, sondern zugleich mit dieser auch die Spannung des Aortensystems abnehmen kann;

zweitens, dass Muskelanstrengungen des Thieres diese beiden Wirkungen der Digitalis, wenn auch nicht aufzuheben, so doch bedeutend zu vermindern vermögen.*)

---

*) Ich bemerke ausdrücklich, dass ich Versuche besitze, in denen die Thiere ebenso lange Zeit auf dem Operationstisch und in Verbindung mit dem Kymographion zubrachten, wie in diesem und in dem nächstfolgenden Versuche, *ohne* der Digitalis-Intoxication ausgesetzt zu werden, dass ich aber in keinem derselben ein ähnliches Verhalten der Pulsfrequenz und des Druckes zu constatiren vermochte.

Experiment XIII.

Grosser Wachtelhund, der sich während des ganzen Versuches, mit einzelnen (ausdrücklich erwähnten) Ausnahmen, ruhig verhielt.

Das Instrument wird im Verlaufe des Versuches zwei Mal gereinigt, das erste Mal 10 Minuten nach Beginn des Versuches; 42 Minuten später zum zweiten Mal.

Die Einspritzung geschicht in derselben Weise wie beim vorigen Versuche in den Magen; doch werden dieses Mal nur ℈ii extr. Digital. auf ℥ii Wasser genommen.

Nach Eintritt der Lähmung des regulatorischen Herznervensystems werden auch hier die Vagi durchschnitten.

Curven-Nummer.	Zeitpunkt, in welchem die Curve beendigt ist.	Puls-Frequenz in einer Minute.	Der mittlere Druck während ein. Min.	Respirations-Frequenz in einer Minute.	Bemerkungen.
1.	12h. 37¼m.	112	157,7	—	Kurz nach Application des Instruments Geschrei und Unruhe.
2.	— 40m.	100	151,6	12	Ruhe.
3.	— 42m.	102	152,2	—	dito.
4.	— 45½m.	102	150,8	—	dito.
5.	— 47½m.	101	153,8	—	dito.
	— 52m.	—	—	—	Einspritzung von Extr Digit. (℈ii) ℥II.
6.	— 57½m.	99	156,6	13	Ruhe. Leises Geheul.
7.	— 59½m.	92	156,6	—	dito. dito.
8.	1 1½m.	85	159,8	—	dito. dito.
9.	— 4m.	82	160,2	—	dito. dito.
10.	— 6¼m.	75	156,4	—	dito. dito.
11.	— 8½m.	78	155,4	—	dito. dito.
12.	— 10½m.	98	166,4	—	Unmittelbar vor Beginn der Curve Erbrechen.
13.	— 12¾m.	71	164,2	—	Ruhe.
14.	— 15m.	70	158,8	—	Am Ende der Curve Erbrechen.
15.	— 17¼m.	65	154,0	—	Ruhe.
16.	— 19½m.	66	150,0	—	dito. Zeitweise Geheul.
17.	— 22m.	57	158,6	—	dito.
18.	— 24m.	52	154,4	6½	Ruhe.
19.	— 26½m.	51	155,0	8	dito.
20.	— 29½m.	47	153,2	7	dito. Nachher Reinigung.
21.	— 43m.	75	143,6	—	Gegen Ende der Curve sehr starkes Geschrei.
22.	— 45m.	57	142,2	—	Ruhe.
23.	— 48¼m.	72	130,6	—	dito.
24.	— 50m.	93	124,4	11½	dito.

Curven-Nummer.	Zeitpunkt, in welchem die Curve beendigt ist.	Puls-Frequenz in einer Minute.	Der mittlere Druck während ein. Min.	Respirations-Frequenz in einer Minute.	Bemerkungen.
25.	— 53m.	135	118,6	—	Ruhe.
26.	— 55m.	126	116,4	—	dito.
27.	— 57m.	138	109,0	—	dito.
28.	— —	148	105,6	—	dito.
	2 2m.	—	—	—	Durchschneidung der Vagi
29.	— —	196	95,0	—	Diese Curve ist gleich nach der Durchschneidung gezeichnet.
30.	— —	207	95,0	—	
31.	*)	206	84,8	—	

Die erste Curve, welche kurz nach der Application des Instruments gewonnen wurde, müssen wir auch hier als unbrauchbar verwerfen, ebenso die zwölfte Curve, weil unmittelbar vor dem Beginn derselben das Thier sich erbrochen hatte. Wie ich an einem späteren Orte ausführlicher zeigen werde, beobachtet man während des eigentlichen Brechacts eine Erniedrigung, während der Entleerung dagegen und kurze Zeit nachher eine oft sehr beträchtliche Zunahme der Spannung des Aortensystems; mit der Abnahme der Spannung sinkt, mit der Zunahme derselben steigt die Pulsfrequenz.

Nach Elimination der beiden Curven würde die mittlere Pulsfrequenz vor der Einspritzung $101\frac{1}{4}$ (in der Minute), der mittlere Druck unter denselben Bedingungen 152,1mm. betragen; in dem halbstündigen Zeitraum dagegen, welcher der Einspritzung folgte, die Pulsfrequenz $70\frac{1}{2}$, der mittlere Druck 156,6mm.

Theilen wir den halbstündigen Zeitraum, der auf die Einspritzung folgte, dergestalt, dass wir (mit Ausschluss von Curve 12) die Curven 6—13 und die Curven 14—20 gesondert betrachten, so erhalten wir:

	In der Zeit vor der Einspritzung.	In der ersten Viertelstunde nach der Einspritzung.	In der zweiten Viertelstunde nach der Einspritzung.
Mittlerer Druck.	152,1mm.	158,4mm.	154,8mm.
Puls-Frequenz.	$101\frac{1}{4}$.	82.	68.

*) Die Zeit der Beendigung der 4 letzten Curven ist, aus Versehen, nicht näher angegeben.

In dem vorigen Versuch fehlt dieser ganze Zeitraum, da mehr als $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Einspritzung verging, bevor die Verzeichnung der Curven fortgesetzt werden konnte. Der vorliegende Versuch bildet daher eine Ergänzung des vorigen, und aus einer Zusammenstellung beider würde sich also ergeben:

erstens, dass in Folge der Aufnahme der löslichen Bestandtheile der Digitalis vom Magen aus die Spannung des Aortensystems Abänderungen nach zwei entgegengesetzten Richtungen erleidet, zunächst eine Steigerung und dann eine Abnahme, welche letztere bis zum Tode fortdauert,

zweitens, dass die Verminderung der Pulsfrequenz, welche kurze Zeit nach der Application des Giftes einzutreten beginnt, zunächst mit einer Spannungs-Erhöhung, dann mit einer Spannungs-Abnahme verbunden ist,

drittens, dass, bei Resorption der wirksamen Digitalis-Bestandtheile vom Magen aus, die Puls-Beschleunigung zu einer Zeit beginnt, wo die Spannungsabnahme bereits in raschem Sinken begriffen ist, und dass trotz der enormen und rapiden Zunahme der Pulsfrequenz (welche durch die Erlahmung des regulatorischen Herznervensystems bedingt ist) die Spannung des Aortensystems ununterbrochen zu sinken fortfährt.

Und damit ist, wie man sieht, in der That die gesuchte Harmonie zwischen Experiment und klinischer Beobachtung hergestellt. Die Einspritzung in die Venen konnte ein solches Ergebniss nicht haben, weil ihre Wirkung auf den Circulationsapparat eine zu jähe ist, weil auf ein Mal eine zu grosse Quantität des Giftes zur Wirkung gelangt. Nehmen wir an, was sich auf das Evidenteste aus allen mitgetheilten Versuchen ergiebt, dass die Wirkungen, welche das Gift auf Pulsfrequenz und Spannung äussert, zwar Coeffecte einer und derselben Ursache, aber von einander unabhängig sind, so wird es kommen können, dass, bei jäher Einwirkung des Giftes, die eine dieser Wirkungen einen viel rascheren Ablauf nimmt als die andere, d. h. dass die Veränderungen, welche die Pulsfrequenz unter dem Einfluss der Digitalis erleidet, nun rascher auf einander folgen als die Veränderungen des Druckes. Das Resultat dieses verschiedenen Ganges wird sein müssen, dass die anfangs verminderte Pulsfrequenz bereits wieder in die Höhe geht, während der Druck noch im Steigen ist.

Ist dagegen die Einwirkung des Giftes, wie bei der Aufnahme

durch die Magenschleimhaut, eine nur allmählige, so wird die Pulsfrequenz noch eine abnorm niedrige sein können zu einer Zeit, wo der Druck bereits im Sinken begriffen und unter den normalen gesunken ist.

Fassen wir danach das Gesammt-Ergebniss unserer Versuche in ein Paar Sätze zusammen, so würden dieselben etwa folgendermaassen lauten müssen:

Bei allmähliger Einwirkung des Giftes auf den Circulations-Apparat beobachtet man zunächst ein Stadium, in welchem die Pulsfrequenz sinkt, die Spannung des Aortensystems steigt. Hierauf folgt ein Stadium, in welchem Pulsfrequenz und Druck abnorm niedrig erscheinen. Und an dieses reiht sich ein drittes Stadium, in welchem die Pulsfrequenz abnorm hoch, der Druck im Aortensystem abnorm niedrig ist.

Lässt man hingegen grössere Mengen des Giftes auf ein Mal zur Wirkung kommen, dann folgen die Veränderungen der Pulsfrequenz so rasch aufeinander, dass der Druck erst zu sinken beginnt, nachdem die Pulsfrequenz sich über die Norm erhoben hat; es fällt damit das Stadium aus, in welchem Pulsfrequenz und Druck zugleich abnorm niedrig erscheinen.

Eine nachträgliche Bemerkung zu der vorstehenden Arbeit.

Ich habe die Ergebnisse dieser Arbeit bereits im Jahre 1861 in einem am 17. April vor der Berliner medicinischen Gesellschaft gehaltenen Vertrage veröffentlicht. Das Protokoll findet sich abgedruckt in der „Allgemeinen Medicinischen Central-Zeitung“ (30. Jahrgang, 89. Stück d. d. 6. November 1861, p. 710—11). Ich übergehe die geschichtliche Einleitung, und lasse nur das wieder abdrucken, was sich auf die Versuche selbst, auf die aus denselben zu ziehenden Schlüsse und auf die practischen Folgerungen aus diesen Schlüssen bezieht. Die Stelle lautet:

„Prof. Traube bediente sich zu seinen Untersuchungen eines Digitalis-Infuses von zwei Drachmen auf vier Unzen, und eines Extractes, von dem ein Scrupel die in Wasser löslichen Bestandtheile von einer Unze Digitalis enthielt. Diese Stoffe wurden theils in kleinen Dosen in die Venen eingespritzt, sowohl in centraler als in peripherischer Richtung, theils in sehr grossen Dosen in den Magen gebracht; bei letzterer Methode erhält man, da das Mittel nur allmälig vom Magen aus in das Blut gelangt, wenn man während dieser Zeit beobachtet, zuerst die Wirkungen sehr kleiner, successive die immer grösserer und endlich auch die der grössten Dosen. Von etwa*) 100 Beobachtungen, die Prof. Traube an Hunden anstellte, sind indessen kaum zwanzig für zuverlässige Schlüsse brauchbar, weil die übrigen mit den oben gerügten Fehlern behaftet waren. Es ergab sich aus diesen Versuchen, dass bei Einspritzung grosser Dosen in das Venensystem gewöhnlich von vornherein eine beträchtliche Verminderung des Druckes im Aortensystem eintritt, die aber rasch vorbei- und in eine Erhöhung des Druckes übergeht. Bei kleineren Dosen erscheint die Erhöhung des Druckes gleich nach der Einspritzung. Die Zunahme des Druckes, gleichgiltig, ob sie von vornherein erschien oder auf eine

*) Soll heissen: über.

vorübergehende Abnahme folgte, wächst fast stetig, bis zu einem Maximum, welches eben sowohl in das erste Stadium (das der Pulsverlangsamung), als in das zweite Stadium (das der Pulsbeschleunigung) fallen kann. Der im Sinken begriffene Druck wird durch eine neue Einspritzung bisweilen wieder in die Höhe getrieben. Der Tod erfolgt gewöhnlich erst längere Zeit, nachdem der Druck im Aortensystem das erwähnte Maximum erreicht hat, unter einem sehr niedrigen Druck bei sehr hoher Pulsfrequenz.

Den Widerspruch, in dem ein Theil dieser Thatsachen mit der ursprünglichen Theorie Traube's steht, glaubt er durch die Annahme lösen zu können, dass die Digitalis gleichzeitig sowohl auf das regulatorische, als das muskulomotorische Nervensystem des Herzens wirke; die erregende Wirkung auf das eine dieser Systeme kann die gleiche Wirkung auf das andere überwiegen, dasselbe gilt *vice versa* auch von der lähmenden Wirkung. Der Druck im Aortensystem ist eine Resultante dieser Gegenwirkungen.

In der Anwendung am Krankenbett wirkt die Digitalis meistens erregend auf beide Herznervensysteme, und zwar dergestalt, dass die Wirkung auf das muskulomotorische überwiegt.

Bei den verschiedensten Herzkrankheiten kann ein Zustand eintreten, der neuerlich von Beau als Asystolie bezeichnet ist; der Puls wird enorm frequent, meist unregelmässig, die Arterien verlieren bedeutend an Umfang und Spannung, die Harnsecretion sinkt auf ein Minimum, der Urin zeigt ein hohes specifisches Gewicht und ein Sediment von harnsauren Salzen; Hydropsien treten ein, oder wenn sie schon vorhanden sind, wachsen sie rasch; man kann bei diesem Zustand sicher darauf rechnen, durch Digitalis eine bedeutende Erleichterung zu schaffen, auch in Fällen, wo man sich sicher davon überzeugen kann, dass keine hydropischen Ergüsse vorhanden sind, von denen diese Erscheinungen abhängen könnten. In diesen Fällen erhöht die Digitalis die Leistung des Herzens, indem ihre erregende Wirkung auf das muskulomotorische System überwiegt.

In anderen Fällen, z. B. bei Pneumonie, wandte Prof. Traube Digitalis in sehr grossen Dosen an (gr. 120 in 48 bis 60 Stunden). Es tritt hierbei eine sehr bedeutende Verminderung der Pulsfrequenz ein, aber zugleich mit Abnahme der Spannung der Arterien, keine Vermehrung der Diurese und ein oft stark ausgesprochener Collapsus. Hier ist, wie Traube annimmt, neben einer noch bestehenden Erregung des regulatorischen, eine beginnende Lähmung des muskulomotorischen Nervensystems gegeben."

IX.

Zur Theorie der Digitalis-Wirkung.†)

In einem am 17. April d. J. vor der Berliner medicinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage „über den Einfluss der Digitalis auf die Leistung des Herzens" stellte ich eine Hypothese auf, welche lautete:

Die Digitalis wirkt von vorn herein sowohl auf das regulatorische wie auf das musculo-motorische Nervensystem des Herzens; sie wirkt auf beide zunächst erregend und später lähmend, doch so, dass die Maxima der Erregung beider Systeme nicht in denselben Zeitpunkt fallen. Die von der Digitalis verursachten Druckveränderungen im Aortensystem sind in jedem Augenblick eine Resultante der Wirkungen, die das Gift auf beide Herznervensysteme ausübt. Der Druck im Aortensystem steigt, wenn die Erregung des musculo-motorischen die Erregung des regulatorischen Systems überwiegt; ebenso dann, wenn die Erlahmung des regulatorischen Systems sich zu der Erregung des musculo-motorischen addirt; er sinkt, wenn (wie öfters im Beginn der Digitalis-Wirkung bei Anwendung grosser Dosen) das regulatorische System stärker als das musculo-motorische erregt ist, und ebenso, wenn bei noch fortbestehender Erregung des regulatorischen Systems das musculo-motorische zu erlahmen beginnt.

Diese Hypothese war das Ergebniss folgender Ueberlegung:

Die Digitalis übt eine specifische Wirkung auf das regulatorische Nervensystem, indem sie in geringeren Gaben dasselbe zu erregen, in grösseren es zu lähmen vermag. Dies ergiebt sich un-

†) Abgedruckt aus der „Allg. medicin. Central-Zeitung", Jahrgang XXX, Stück 94, d. d. 23. November 1861.

mittelbar und unwiderleglich aus meinen zuerst in der Deutschen Klinik (22. Februar 1851) und später ausführlich in den Charité-Annalen (Band II, p. 63—107) mitgetheilten Versuchen.

Wirkte das Mittel in den früheren Perioden der Intoxication ausschliesslich und allein, wie ich damals glaubte, auf das regulatorische System, und erst später, d. h. kurz vor dem Tode, auch auf das musculo-motorische, dann müssten wir (den vorliegenden physiologischen Versuchen zufolge) zugleich mit der Verminderung der Pulsfrequenz stets eine Erniedrigung des Druckes im Aortensystem, und später, mit dem Eintritt der abnorm hohen Pulsfrequenz, stets eine Erhöhung dieses Druckes beobachten. Das Kymographion bestätigt keine dieser beiden Voraussetzungen. Wir finden, bei den durch Digitalis vergifteten Thieren, neben einer sehr niedrigen Pulsfrequenz sogar häufig einen abnorm hohen Druck, und nicht selten einen abnorm niedrigen Druck zur Zeit des Eintritts der abnorm hohen Pulsfrequenz.

Offenbar muss schon in den ersten Stadien der Digitalis-Narcose neben der Wirkung, die das Gift auf das regulatorische Nervensystem ausübt, noch eine andere stattfinden. Die Ansicht, dass diese zweite Wirkung das musculo-motorische betreffe, erscheint, um so annehmbarer, als 1) durch die Versuche von Stannius wenigstens die schliessliche Betheiligung dieses Systems sehr wahrscheinlich gemacht ist, und 2) die Gesammtheit der bis jetzt beobachteten Digitalis-Erscheinungen, so weit sie am Herzen hervortreten, sich unter der Voraussetzung einer Affection beider Herznervensysteme sehr befriedigend erklären lässt.

Ich bin in der Lage, diese bis jetzt postulirte Wirkung der Digitalis auf das musculo-motorische System nun thatsächlich demonstriren zu können, wodurch die auseinandergesetzte Hypothese zu dem Range einer Theorie erhoben wird.

Nach Durchschneidung der *N. vagi* am Halse ist das Herz eines Thieres (zu den folgenden Versuchen sind durchweg Hunde benutzt) den Einwirkungen seines regulatorischen Nervensystems vollständig entzogen und ausschliesslich von seinem musculo-motorischen Nervensystem beherrscht. Die Frage, die wir zu beantworten haben, lautet also: Welche Wirkungen äussert die Digitalis nach jener Operation auf den Druck im Aortensystem? — Ergiebt sich als Antwort eine Zunahme des mittlern Druckes, und folgt auf dieses Stadium der Steigerung des Druckes, nachdem derselbe ein Maximum erreicht hat, ein Zeitraum, in welchem er eben so stetig bis zum Tode hin absinkt, dann dürfen wir ohne Weiteres schliessen,

dass die Digitalis in der That auch auf das musculo-motorische Nervensystem des Herzens anfangs erregend und dann lähmend wirkt.

Eine zuverlässige experimentelle Lösung jener Frage ist indess nicht so leicht, als sie auf den ersten Blick erscheinen mag. Selbst ruhige Thiere gerathen nach Durchschneidung ihrer Vagi gewöhnlich in einen Zustand grosser Aufregung, in welchem sie nicht nur starke Rumpfbewegungen, sondern auch sehr energische Exspirationen machen. Dass hierdurch der Druck im Aortensystem in unregelmässiger Weise gesteigert werden müsse, lässt sich *a priori* einsehen, und die Erfahrung bestätigt die Richtigkeit dieser Voraussetzung.

Ich nahm deshalb meine Zuflucht zum Opium (resp. *Morph. acetic.*) und später, als auch dieses Mittel meinen Erwartungen nicht ganz entsprach, zum Worara-Gift. Letzteres hat vor dem Opium zwei grosse Vorzüge: 1) Wir eliminiren bei seiner Anwendung mit den Rumpf- auch die Athembewegungen, und können diese dann durch eine regelmässige, nach dem Tact eines Metronoms vor sich gehende, künstliche Respiration ersetzen, während die mit Opium betäubten Thiere selbst in der tiefsten Narcose noch ungleiche Athemzüge zu machen fortfahren.

2) Grosse Dosen Opium, wie sie zur vollständigen Betäubung verlangt werden, alteriren in hohem Grade die Leistung des Herzens, ohne dass wir bis jetzt sichere Mittel zur Beseitigung dieses Uebelstandes besitzen, während der durch Worara (bei Anwendung nicht zu grosser Dosen) erniedrigte Druck im Aortensystem durch gewisse Modificationen der künstlichen Respiration allmählig (sogar über den normalen hinaus) gesteigert und, einmal auf den gewünschten Punkt gebracht, nahezu constant erhalten werden kann.*)

Ich theile hier drei solcher Versuche mit, in denen die Digitalis bei durch Worara vergifteten Thieren, nach voraufgegangener

*) Ich bemerke bei dieser Gelegenheit, dass meinen Untersuchungen zufolge das Worara-Gift nicht blos (was bereits Bezold gezeigt hat) das regulatorische Nervensystem, sondern auch das musculo-motorische afficirt. Spritzt man nämlich bei einem durch Worara bewegungslos gemachten Thier, nach Durchschneidung der *N. vagi*, während die künstliche Respiration in vollem Gange ist, von Neuem kleine Mengen des Giftes ein, so sinkt constant der Druck im Aortensystem. Aber auch diese Druckerniedrigung vermögen wir durch die oben erwähnten Modificationen der künstlichen Respiration zum Verschwinden zu bringen.

Durchschneidung der *N. vagi*, zur Anwendung kam. Das angewendete Präparat war in allen dreien ein *Infus. folior. digital.* (℥β) ℥ij.

Erster Versuch (am 10. November 1861).

Grosser Wachtelhund. Nach den nöthigen Vorbereitungen (Blosslegung der *Vena jugularis externa dextra*, Unterbindung ihres centralen Endes, Befestigung eines Injections-Röhrchens in dem peripherischen Stück der Vene, Tracheotomie, Blosslegung der *Art. cruralis sinistra* etc.) wird das Thier unter Einleitung der künstlichen Respiration, um 9 Uhr 14½ Min. durch eine in die Jugularvene eingespritzte Worara-Lösung vergiftet. Das Kymographion wurde um 9 Uhr 35 Min. applicirt; die Durchschneidung der *N. vagi* geschah zwischen 9 Uhr 36 Min. und 9 Uhr 37 Min. Die Einspritzung des Digitalis-Infuses (ʒiij) begann um 9 Uhr 48 Min. 39 Sec. und dauerte 42 Sec.

Mittlerer Druck vor der Einspritzung: 124 Mm.

Mittlerer Druck nach der Einspritzung:

zwischen	9 U. 49 M. 38 Sec.	u.	9 U. 50 M.		159 Mm.
-	9 - 50 - —	-	9 - 51 -		230 -
-	9 - 52 - —	-	9 - 53 -		260 -
-	9 - 55½ - —	-	9 - 56 -		224 -
-	9 - 56 - —	-	9 - 57 -		194 -
-	9 - 57 -	u.	9 U. 58 M. 52 Sec.		176 -

Um 9 Uhr 58 Min. 52 Secunden zweite Einspritzung von *Infus. fol. digit.*, welche circa 28 Secunden dauerte. Schon während derselben starkes Sinken des Druckes. Bald nach ihrer Vollendung hört das Herz zu schlagen auf.

Zweiter Versuch (am 2. November 1861).

Rattenfänger, junges, kräftiges Thier mit Arterien von mittlerm Umfange. Dieselben Operationen wie im ersten Versuch. Worara-Einspritzung gegen 9 Uhr. Durchschneidung beider *N. vagi* zwischen 9 Uhr 11 Min. und 9 Uhr 12 Min. Zweite kleinere Worara-Einspritzung zwischen 9 Uhr 16 Min. und 9 Uhr 17 Min. Erste

Einspritzung von Digitalis-Infus ʒiβ (die löslichen Bestandtheile von 22½ Gr. Digit. enthaltend) um 9 Uhr 26 Min. 21 Sec. Die Einspritzurg dauerte circa 22 Secunden.

Mittlerer Druck vor der Einspritzung: 131 Mm.

Mittlerer Druck nach der Einspritzung:

zwischen	9 U.	27½ M.	bis	9 U.	28½ M.	— Sec.	149 Mm.
-	9 -	29 -	-	9 -	29½ -	— -	160 -
-	9 -	29½ -	-	9 -	30 -	28 -	160 -

Um 9 Uhr 30 Min. 28 Sec. zweite Einspritzung von ʒβ Digitalis-Infus (= 7½ Gr. Digit.); Dauer der Einspritzung 8,4 Secunden. Mittlerer Druck:

zwischen	9 U.	31½ M.	bis	9 U.	32½ M.	169 Mm.
-	9 -	32½ -	-	9 -	33½ -	182 -
-	9 -	33½ -	-	9 -	34½ -	202 -
-	9 -	34½ -	-	9 -	35½ -	217 -
-	9 -	37 -	-	9 -	38 -	222 -
-	9 -	38 -	-	9 -	39 -	207 -
-	9 -	40 -	-	9 -	40½ -	192 -

Das Thier wurde hierauf zu anderweitigen Versuchen benutzt.

Dritter Versuch am 20. Septbr. 1861.

Mittelgrosses, schwach gebautes Thier (Rattenfänger-Bastard) mit mittelweiten, dünnwandigen Arterien. Dieselben Operationen wie im ersten Versuch. — Die Injection der (schwachen) Worara-Lösung geschieht zwischen 9 Uhr 49 Min. und 9 Uhr 50 Min. Zwischen 10 Uhr 16 Min. und 10 Uhr 17 Min. Eröffnung der linken Brusthälfte; um 10 Uhr 25½ Min. Eröffnung auch der rechten. Die *N. vagi* wurden zwischen 10 Uhr 26 Min. und 10 Uhr 27 Min. durchschnitten. Zwischen 10 Uhr 39 Min. und 10 Uhr 41 Min. wird der Brustkasten durch einen zwischen dem 3. und 4. Rippenpaar verlaufenden und das Brustbein durchsetzenden Querschnitt (unter ziemlich starkem, aber bald sistirtem Blutverlust) getheilt, so dass Herz und Lungen vollständig blossliegen. Das Herz schlägt, unter regelmässiger Fortsetzung der künstlichen Respiration, lebhaft fort. Die erste Digitalis-Einspritzung (ʒβ des Infuses, die löslichen Bestandtheile von gr. viiβ der Blätter enthaltend) geschieht um 11 Uhr 4 Min. 25 Sec.; Dauer derselben fast 26 Secunden.

Mittlerer Druck vor der Einspritzung: 48 Mm.
Mittlerer Druck nach der Einspritzung:

von 11 U. 5 M. 28 Sec.	bis 11 U. 6 M.	70 Mm.
- 11 - 6 - —	- 11 - 7 -	79 -
- 11 - 8 - —	- 11 - 9 -	102 -

Zwei fernere Einspritzungen von ʒj des Infuses bewirken ein Absinken des mittleren Druckes, der zwischen 11 Uhr 14 Min. und 11 Uhr 15 Min. nur noch 77 Min. beträgt.

Ein ganz gleiches Resultat ergaben zwei andere Versuche, deren Mittheilung ich mir für einen andern Ort vorbehalte. In dem einen derselben war statt des Worara eine Lösung von *Morph. acetic.* zur Anwendung gekommen.

Um möglichen Einwürfen im Voraus zu begegnen, bemerke ich noch:

1) Dass Wasserinjectionen von gleichem Volumen (sei es, dass sie, wie das Digitalis-Infus in den beiden ersten Versuchen, blutwarm gemacht werden, oder nur die gewöhnliche Zimmertemperatur besitzen) entweder gar keine oder eine nur geringe und rasch vorübergehende Wirkung auf den Druck im Aortensystem haben;

2) dass man bei mit Worara oder Opium vergifteten Thieren, bei denen die N. vagi nicht durchschnitten werden, alle diejenigen Wirkungen der Digitalis beobachten kann, welche sich bei nicht vergifteten Thieren zeigen, wenn diese während der Dauer des Versuches sich ruhig verhalten.

X.

Zur Physiologie der Respiration. †)

I. Versuch (18. April 1862).

Ein kräftiger Hund von mittlerer Grösse wird durch eine Auflösung von ⅔ Gran *Morph. acet.* in 4 CC. *Aq. commun.*, welches in das peripherische Ende der *Vena jugul. extern. dextr.* eingespritzt wurde, in tiefen Schlaf versetzt. Die anfangs eintretende Injection der Conjunctivae verschwindet bald, während die Pupillen verengert bleiben. Die Reflexerregbarkeit (welche durch grössere Morphiumdosen stets gesteigert wird) ist nicht erhöht. Die Pulsfrequenz beträchtlich vermindert. Respirationsfrequenz = 12 in der Minute.

Nach eingetretener Narcose Tracheotomie, welche ohne Schmerzensäusserungen des Thieres hervorzurufen vollendet wird, und Befestigung einer dicken, mit einer grossen seitlichen Oeffnung versehenen Glasröhre in der Luftröhre, so dass das Thier ohne alle Anstrengung zu athmen vermag.

Das freie Ende der Glasröhre wird dann mit einem Blasebalg verbunden, dessen seitliche Oeffnung hermetisch verschlossen ist und dessen Abflussrohr zwei mit Ventilen versehene Arme trägt. Die Trachea communicirt mit demjenigen dieser Arme, dessen Ventil sich bei Entleerungen des Blasebalges öffnet und bei seiner Anfüllung schliesst, während der zweite Arm, dessen Ventil sich in umgekehrter Weise verhält, mit Hilfe eines anderhalbfach durchbohrten Hahnes entweder mit dem Innern eines (nach dem Muster des Hutchinson'schen Spirometers gebauten und) mit reinem Wasserstoffgas gefüllten Gasometers von 109 Litres Inhalt, oder mit der atmosphärischen Luft in Verbindung gebracht werden kann.

Beim Beginn der künstlichen Respiration wird die seitliche

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. medicinischen Central-Zeitung", Jahrgang XXXI, Stück 38 und 39, d. d. 10. und 14. Mai 1862.

Oeffnung der gläsernen Trachealröhre durch einen Korkpfropf bis auf ca. $1\frac{1}{2}-2$ □Mm. verengert und dann der Blasebalg durch passende Einstellung des erwähnten Hahnes nur mit athmosphärischer Luft gefüllt. Die Füllung (resp. Entleerung) des Blasebalges geschieht (nach dem Tacte eines Metronoms) 15 Mal in der Minute.

Während der Einblasungen von atmosphärischer Luft, die kaum 2 Minuten lang fortgesetzt werden, verhält sich das Thier vollkommen ruhig. Jeder Entleerung des Blasebalges, wodurch der Brustkasten und somit auch die Lungen stärker ausgedehnt werden, als bei spontaner Respiration, folgt eine active Exspiration.

Von 12 Uhr 6 Minuten ab wird nach plötzlicher Drehung des Hahnes der Blasebalg nur noch mit Wasserstoffgas gefüllt.

Die Einblasungen von Wasserstoffgas werden 12 Minuten lang fortgesetzt, ohne dass eine Spur von Dyspnoe erscheint. Gegen Ende dieses Zeitraumes verschwinden sogar die spontanen Exspirationen des Thieres, die früher auf jede Einblasung folgten, vollständig.

Nach Beendigung der Wasserstoff-Einblasungen wird der Pfropf aus der Oeffnung in der Trachealröhre entfernt und dem Thiere die spontane Respiration gestattet. Die nun wiederkehrenden Athemzüge sind auffallend flach; ihre Zahl beträgt 12 in der Minute. Erst um 12 Uhr 22 Minuten beginnen wieder tiefere Inspirationen von der Beschaffenheit jener, die vor der Einleitung der künstlichen Respiration zu beobachten waren.

Die Pulsfrequenz, die bei den Einblasungen von atmosphärischer Luft nur 46 in der Minute betragen hatte, war 6 Minuten nach Beginn der Wasserstoffeinblasungen auf 73 gestiegen, gleichzeitig damit der mittlere Druck im Aortensystem.

II. Versuch (3. Mai 1862).

Grosser, kräftiger Rattenfänger.

Um 11 U. 35 Min. Einspritzung von $\frac{5}{6}$ Gr. *Morph. acetic.* in die *Ven. jugular. extern. dextr.*, worauf tiefer Schlaf ohne erhöhte Reflexerregbarkeit.

Um 11 U. 41 Min. Conjunctivae noch stark injicirt. Respirationsfrequenz = 16 mit leise heulender Exspiration; Pulsfrequenz = 82.

11 U. 51 Min., nach vollendeter Trecheotomie, Pulsfrequenz = 60, Respirationsfrequenz = 20 in der Minute. Active Exspiration (welche zu den Attributen durch Opium narcotisirter Hunde gehört und also als normales Athmungsphänomen zu betrachten ist).

12 U. 36 Min.: das Thier im tiefsten Schlaf. Beginn der Einblasungen von athmosphärischer Luft (15 in der Minute).

12 U. 39 Min.: Pulsfrequenz = 58.

12 U. 42 Min.: Beginn der Einblasungen von Wasserstoffgas (15 Einblasungen in der Minute).

12 U. 44 Min.: Pulsfrequenz = 56.

12 U. 47 Min.: Das Thier noch immer vollkommen ruhig. Pulsfrequenz = 57.

12 U. 54 Min.: Noch immer vollkommene Ruhe. Pulsfrequenz = 58 in der Minute.

12 U. 56 Min.: Pulsfrequenz = 56.

1 U.: Allgemeines, leises Muskelzittern, aber vollkommene Ruhe. Pulsfrequenz = 50 in der Minute.

1 U. 8½ Min.: Von Zeit zu Zeit allgemeines Zittern, aber keine Spur von Dyspnoe.

1 U. 14 Min.: Pulsfrequenz = 116.

1 U. 15 Min.: Pulsfrequenz = 124; die Crural-Arterien sehr enge, viel enger als vor den Wasserstoff-Einblasungen.

1 U. 16 Min. Pulsfrequenz = 136; das Zittern hat aufgehört.

1 U. 20½ Min.: Pulsfrequenz = 200.

1 U. 23¼ Min.: Pulsfrequenz = 200. Beendigung der Wasserstoff-Einblasungen, welche also über 40 Minuten lang fortgesetzt wurden.

Während dieses langen Zeitraumes (von 40 Minuten) wurde keine Spur von Dyspnoe wahrgenommen. Auch die schwachen Exspirationsstösse, die im Anfange auf jede Einblasung folgten, hatten sich gegen Ende dieses Zeitraumes verloren. Nur einmal, um 1 U 10¾ Min., also 27¾ Min. nach Beginn der Wasserstoff-Einblasungen, war eine rasch vorübergehende Bewegung des Rumpfes zum Vorschein gekommen, die als Inspirations-Bewegung gedeutet werden konnte.

Nach Beendigung der Wasserstoff-Einblasungen erschienen spontane Athemzüge, die sich von den normalen durch zwei Umstände unterschieden: a) dadurch, dass sie kleine, anfangs kürzere, dann längere Perioden bildeten, indem nach je zweien, später nach je sechsen eine längere Pause eintrat; b) dadurch, dass während der

längeren Perioden die Athemzüge immer tiefer und gegen das Ende der Periode wieder flacher wurden. †)

Erst um 1 U. 45 Min. war der Rhythmus der Athemzüge wieder der natürliche geworden. Die Pulsfrequenz betrug jetzt nur noch 132 in der Minute.

III. Versuch (4 Mai 1862).

Kräftiger Pudel.

Um 10 U. 48 Min.: Injection von gr. *β Morph. acet.* in die *Vena jugul. extern.* Nach rasch vorübergehendem starken Geschrei tiefer Schlaf. — Dann Tracheotomie, Blosslegung der *Nn. vagi* etc. unter nur geringfügigen Schmerzensäusserungen.

Um 11 U.: 72 Pulse. Arterien von grossem Umfange, ziemlich stark gespannt. Beim Hautschnitt in der Inguinal-Gegend, der die *Art. crural.* blosslegen soll, leichte Schmerzensäusserung unter Vermehrung der Respirationszahl.

11 U. 50 Min.: 56 regelmässige Pulse.

11 U. 57 Min.: Einleitung der künstlichen Respiration (15 Einblasungen in der Minute).

Um 12 U. treten an die Stelle der Einblasungen von atmosphärischer Luft Einblasungen eines Gemenges aus 86% Wasserstoff und 14% Kohlensäure.

Während vorher bei den Einblasungen von atmosphärischer Luft das Thier sich vollkommen ruhig verhielt und nur jede Einblasung mit einer schwachen Exspiration beantwortete, schieben sich schon ein Paar Minuten nach dem Beginn der Einblasungen des künstlichen Gasgemenges spontane Inspirationen zwischen die Einblasungen; diese spontanen Inspirationen werden, trotz regelmässiger Fortsetzung der Einblasungen (15 in der Minute), immer häufiger und tiefer. Jeder der energischen Inspirationen geht eine ebenso energische Exspiration vorher.

Um 12 U. 21 Min. werden die Einblasungen des künstlichen Gasgemenges ausgesetzt und dem Thier die spontane Respiration durch die grosse Oeffnung in der gläsernen Tracheal-Röhre (nach Entfernung des Korkpfropfens) gestattet.

---

†) Für den medicinisch gebildeten Leser bedarf nicht erst hervorgehoben zu werden, dass wir es hier, in Folge mangelhafter Sauerstoff-Zufuhr zur medull. oblongat., mit dem Cheyne-Stokes'schen Respirations-Phänomen zu thun haben.

In Folge dessen verlieren die Anfangs noch sehr energischen In- und Exspirationen ziemlich rasch ihre frühere Intensität. Respirationsfrequenz = 30. Pulsfrequenz = 68.

Um 12 U. 25½ Min.: fortdauernd flache Inspirationen mit activer Exspiration. Pulsfrequenz = 62.

12 U. 28½ Min.: Während zuletzt nur noch äusserst flache, kaum wahrnehmbare Inspirationen und active Exspirationen zu beobachten waren, kommen jetzt zeitweise tiefe Inspirationen.

12 U. 32 Min.: Permanente Inspirations-Stellung des Zwerchfells, welches in unregelmässigen Intervallen noch stärker contrahirt wird, aber wegen der bereits vorhandenen tetanischen Contraction sich nur wenig weiter abflachen kann.

12 U. 41½ Min.: Die Respiration wird regelmässiger; nur noch zeitweite krampfhafte tiefe und lange Inspirationen ohne active Exspiration. — 96 Pulse in der Minute.

IV. Versuch (5. Mai 1862).

Kleiner Pudel.

12 U. 25 Min.: Einspritzung von ⅓ Gr. *Morph. acetic.*, worauf tiefer Schlaf, aber keine Verminderung der Pulsfrequenz.

12 U. 35 Min.: Tracheotomie vollendet.

12 U. 52 Min.: Tiefer Schlaf; 24 gleichmässige, ruhige Respirationen (mit activer Exspiration); 160 Pulse.

1 U. 1 Min.: Beginn der Einblasungen von atmosphärischer Luft (15 in der Minute).

Bald darauf verschwinden auch die spontanen Exspirationen. Pulsfrequenz 156.

Um 1 U. 3 Min. beginnen Einblasungen (ebenfalls 15 in der Minute) eines Gasgemenges von 32% Sauerstoff, 28% Kohlensäure und 40% Stickstoff. Kaum ½ Minute nach Beginn dieser Einblasungen interponiren sich bereits energische Inspirationen, deren jeder eine kräftige Exspiration vorhergeht, und die immer tiefer und ausgiebiger werden, den Einblasungen.

Um 1 U. 5½ Min.: Wiederaufnahme der Einblasungen von atmosphärischer Luft, wodurch die anfangs noch fortdauernde starke Dyspnoe allmälig wieder nachlässt.

Um 1 U. 8 Min. beantwortet das Thier nur noch jede Einblasung durch eine schwache active Exspiration.

1 U. 13 Min.: Durchschneidung des linken N. vagus, wonach jedoch das Thier keine wesentlichen Veränderungen zeigt.

1 U. 15 Min.: Wiederaufnahme der Einblasungen des oben beschriebenen Gasgemenges. Kaum ½ Minute darauf erscheinen wieder spontane, sehr tiefe In- und energische Exspirationen.

1 U. 16 Min.: Durchschneidung des rechten Vagus, worauf sich die Respirationsfrequenz vermindert, während die Beschaffenheit der In- und Exspiration unverändert bleibt.

1 U. 17 Min.: Jede Respiration beginnt mit einer äusserst kräftigen activen Exspiration, durch welche der Brustkasten stark verengert wird; unmittelbar auf diese Exspiration folgt eine äusserst tiefe, mit starker Contraction der Halsmuskeln und Oeffnung des Mundes verbundene Inspiration. Die Arterien von grösserm Umfang und stärker gespannt als früher.

Diese Erscheinungen beobachtet man in ungeminderter Intensität bis 1 U. 27½ Min., wo an die Stelle der Einblasungen des kohlensäurereichen Gasgemenges wieder die Einblasungen von atmosphärischer Luft treten.

1 U. 29¼ Min.: Die Inspirationen sind bereits weniger tief, ebenso die Exspirationen weniger stark ausgeprägt.

1 U. 33 Min.: Die activen Exspirationen sind ganz verschwunden; die Inspirationen bedeutend flacher und kürzer als früher, auch nicht mehr mit Contraction der Halsmuskeln verbunden.

Um 1 U. 44 Min. werden von Neuem ca. 1½ Gr. *Morph. acetic.* eingespritzt, worauf, trotz der Fortdauer der Einblasungen von athmosphärischer Luft (welche in gleicher Zahl, 15 in der Minute und in gleicher Grösse wie früher gemacht werden), wiederum sehr tiefe krampfhafte Inspirationen erscheinen, denen ebenso energische Exspirationen vorhergehen.*)

*) Auf Grund zahlreicher Versuche unterscheide ich folgende Stadien der Opium-Narcose: 1. Stad., charakterisirt durch tiefen Schlaf, Verengerung der Pupillen, hohe Pulsfrequenz; 2. Stad., charakterisirt durch tiefen Schlaf, Verengerung der Pupillen, Verminderung der Pulsfrequenz (in Folge abnormer Erregung des regulatorischen Herznervensystems); 3. Stad., charakterisirt durch abnorme hohe Reflexerregbarkeit, vermöge deren das Thier aus seinem tiefen Schlafe, namentlich wenn der Körper in feine Vibrationen versetzt wird, erweckt werden kann, und Verminderung der Pulsfrequenz. Auf das Verhalten der Respiration habe ich leider nicht genau genug geachtet. Aus dem obigen Versuche ersieht man, dass durch ungewöhnlich grosse Opium-Dosen auch das respiratorische Nervencentrum in einen Zustand abnorm starker Erregung versetzt wird.

V. Versuch (6. Mai 1862).

Mittelgrosser, kräftiger Spitz.

Um 11 U. 29 Min.: Einspritzung von gr. β *Morph- acetic.*, worauf nach kurzer Unruhe tiefer Schlaf, starke Injection der Conjunctivae und starke Verengerung der Pupillen, 168 Pulse, 18 Respirationen mit schwacher, activer Exspiration.

11 U. 40 Min.: Nach vollendeter Tracheotomie und Blosslegung der Vagi, sehr häufige (unzählbare) Respiration, 196 Pulse, tiefer Schlaf; Reflexerregbarkeit nicht erhöht.

11 U. 54 Min.: Pulsfrequenz = 176. Die Respiration so häufig wie früher.

Um 11 U. 55 Min.: Beginn der künstlichen Respiration (15 Einblasungen in der Minute).

Das Thier wird bald nach Einleitung derselben vollkommen respirationslos, so dass selbst die activen Exspirationen, mit welchen die Thiere sonst die Einblasungen von atmosphärischer Luft beantworten, vermisst werden.

11 U. 59 Min.: 156 Pulse. Das Thier bleibt respirationslos.

Um 12 U. treten an die Stelle der Einblasungen von atmosphärischer Luft Einblasungen eines Gasgemenges von 31 % Sauerstoff, 28 % Kohlensäure und 41 % Stickstoff.

Kaum eine halbe Minute nach B ginn dieser Einblasungen erscheinen bei dem bis dahin bewegungs- und respirationslosen Thiere spontane Inspirationen und spontane active Exspirationen, (32 in der Minute), welche beide immer tiefer und energischer werden.

Um 12 U. 2½ Min.: Wiederaufnahme der Einblasungen von atmosphärischer Luft.

Trotz derselben fährt das Thier nach ½ Minute fort, tiefe und energische Inspirationen zu machen. Aber schon um

12 U. 4½ Min. ist es wieder (wie vor den Einblasungen des künstlichen Gasgemenges) vollkommen respirationslos.

Aus diesen Versuchen glaube ich mit Sicherheit folgern zu dürfen:

1) Dass die dyspnoëtischen Erscheinungen bei Säugethieren nicht von verminderter Zufuhr an Sauerstoff, sondern von der verminderten Ausfuhr der im Körper fortdauernd sich bildenden Kohlensäure abhängen;

2) dass das Agens, welches durch mittel- oder un-

mittelbare Erregung des in der *Medulla oblongata* befindlichen Respirations-Nervencentrums die In- und Exspiration hervorruft, die Kohlensäure ist;

3) dass die dyspnoëtischen Erscheinungen, welche durch die im Körper sich anhäufende Kohlensäure hervorgerufen werden, um so energischer ausfallen, je grösser der gleichzeitige Gehalt des Blutes an Sauerstoff ist.

VI. Versuch (7. Mai 1862).

Bei einem mittelgrossen, kräftigen Kaninchen, dem eine halbe Stunde vorher ca. $\frac{1}{6}$ Gr. *Morph. acetic.* ohne Erfolg in den Mastdarm eingespritzt worden war, wurde um 11 U. 44 Min. die künstliche Respiration eingeleitet und unmittelbar darauf der Thorax zwischen dem 4.—5. Rippenpaar quer durchschnitten (fast ohne Blutverlust, weil die Operation erst nach Unterbindung der *Art. mammariae* im 3. und 5 Intercostalraum gemacht wurde). Die Zahl der Einblasungen in der Minute = 30.

11 U. 48 Min.: Das Thier ist vollkommen respirationslos, während das blossliegende Herz kräftig fortpulsirt.

11 U. 49½ Min. treten an die Stelle der Einblasungen von atmosphärischer Luft Einblasungen eines Gasgemenges aus 31% Sauerstoff, 28% Kohlensäure und 41% Stickstoff.*)

Bald darauf zeigen sich Respirations-Bewegungen an den Nasenflügeln und am Unterleibe.

11 U. 51 Min.: Auf jede Einblasung folgt eine tiefe Inspiration, d. h. starke Erweiterung der Nasenflügel und starke Abflachung des Zwerchfells (dessen Bewegungen von einer durch die Brustwand gestochenen langen Nadel angezeigt werden).

11 U. 53 Min.: Wieder Einblasungen mit atmosphärischer Luft, nach deren Beginn jedoch die spontanen Athembewegungen fortdauern.

11 U. 54 Min.: Die Bewegungen der Nasenflügel und des Zwerchfelles sind bedeutend schwächer geworden.

11 U. 54½ Min.: Das Thier ist wieder vollständig respirationslos.

11 U. 56 Min.: Wiederaufnahme der CO_2-Einblasungen.

---

*) Unter „Procenten“ sind hier wie in der früheren Mittheilung Volumprocente zu verstehen.

Fast unmittelbar darauf Bewegungen der Nasenflügel und des Zwerchfells.

11 U. 57½ Min.: Die Erweiterung der Nasenflügel und die Excursion des Zwerchfells sind bedeutend stärker geworden.

11 U. 58 Min.: Beginn der Einblasungen von atmosphärischer Luft.

Unmittelbar nachher dauern die Bewegungen der Nasenflügel und des Zwerchfells in früherer Grösse fort.

11 U. 59 Min.: Die spontanen Respirationsbewegungen sind bedeutend schwächer geworden, am Zwerchfell aber relativ ausgiebiger als an den Nasenflügeln.

11 U. 59½ Min.: Schwache Contractionen des Zwerchfells bei Stillstand der Nasenflügel.

12 U. ½ Min.: Die Contractionen des Zwerchfells dauern immer noch fort.

12 U. 3 Min.: Das Thier ist vollkommen respirationslos.

12 U. 6 Min.: Wieder Einblasungen des CO_2 haltigen Gasgemenges. — Bereits 45 Secunden später, also um

12 U. 6¾ Min., treten wieder Zwerchfells-Contractionen und Bewegungen der Nasenflügel ein, die dann immer intensiver werden.

12 U. 8 Min.: Bei aufmerksamerer Betrachtung bemerkt man jetzt, dass regelmässig auf jede Einblasung eine spontane tiefe Inspiration, d. h. eine starke Erweiterung der Nasenflügel und eine starke Contraction des Zwerchfells folgt.

Bald nachher wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft.

12 U. 9 Min.: Die spontanen Inspirationen dauern fort, sind aber schwächer und überdies häufiger als die Einblasungen.

12 U. 10 Min.: Nasenflügel und Zwerchfell wieder vollkommen in Ruhe.

12 U. 11¾ Min.: Das Thier geräth vorübergehend in starke Unruhe, ohne zu athmen, geschweige denn Zeichen von Dyspnoë zu zeigen.

12 U. 13 Min.: CO_2-Einblasungen.

Eine Viertel-Minute später deutliche Zwerchfells-Contractionen, zu denen sich sehr bald auch Bewegungen der Nasenflügel gesellen.

Die Inspirationen fallen regelmässig zwischen die Einblasungen.

12 U. 14 Min.: Einblasungen von atmosphärischer Luft.

12 U. $14\frac{3}{4}$ Min.: Die spontanen Respirationen dauern noch fort, aber correspondiren nicht mehr mit den Einblasungen.

12 U. $16\frac{1}{2}$ Min.: Das Thier wieder respirationslos.

12 U. 18 Min.: CO_2-Einblasungen.

Eine halbe Minute später Contraction des Zwerchfells, während die Nasenflügel noch ruhen.

12 U. 19 Min.: Starke Erweiterung der Nasenflügel und kräftige Contractionen des Zwerchfells. Die Einathmungen des Thieres folgen genau den Einblasungen.

12 U. 20 Min.: Einblasungen von atmosphärischer Luft.

Bald darauf correspondiren die Einathmungen des Thieres nicht mehr mehr mit den Einblasungen.

12 U. 21 Min.: Fortdauer der Zwerchfellcontractionen, die aber schwächer geworden sind, während die Nasenflügel kaum noch bewegt werden.

12 U. 22 Min.: Das Thier wieder vollständig respirationslos.

12 U. 24 Min.: Durchschneidung des linken Vagus.

12 U. $24\frac{1}{2}$ Min.: Durchschneidung des rechten Vagus. Das Thier fortdauernd respirationslos.

12 U. 25 Min.: An die Stelle der Einblasungen von atmosphärischer Luft treten wieder Einblasungen des CO_2 haltigen Gasgemenges.

12 U. $25\frac{1}{2}$ Min.: Sehr starke Erweiterung der Nasenflügel und sehr starke Contractionen des Zwerchsfells, die bei Weitem stärker sind als bei den CO_2-Einblasungen vor Durchschneidung der Vagi. — Auch correspondiren die Athemzüge des Thieres nicht mehr, wie früher, mit den CO_2-Einblasungen.

12 U. 26 Min.: Bei jeder Inspiration Oeffnung des Mundes.

12 U. 27 Min.: Auf 30 Einblasungen kommen 14 spontane Respirationen.

12 U. 28 Min.: Wiederaufnahme der Einblasungen von atmosphärischer Luft.

Unmittelbhr darauf dauern die tiefen krampfhaften, mit weiter Oeffnung des Mundes verbundenen Inspirationen noch fort, aber ihre Zahl steigt auf 5 in 15 Secunden.

12 U. $29\frac{1}{2}$ Min.: Die spontanen Inspirationen dauern noch fort, sind aber nicht mehr mit Oeffnung des Mundes verbunden.

12 U. 32 Min.: Fortdauer der spontanen Respirationen. Bei jeder Inspiration starke Bewegung der Nasenflügel und des Zwerch-

fells, während der Mund geschlossen bleibt. Auf 30 Einblasungen kommen 20 spontane Respirationen.

Zwischen 12 U. 32 Min. bis 12 U. 40 Min. bleibt der Zustand unverändert. Zeitweise treten starke krampfhafte, aber immer rasch vorübergehende Bewegungen des Rumpfes ein.

12 U. 40 Min.: Wieder CO_2-Einblasungen.

12 U. 40½ Min.: Sehr energische Inspirationen, wobei der Mund bereits wieder geöffnet wird.

12 U. 41 Min.: Weite Oeffnung des Mundes bei jeder Inspiration. Zeitweise krampfhafte Bewegungen des Körpers. Auf Berührung der Cornea lebhafte Reflexbewegung der Augenlider.

12 U. 42½ Min.: Auf 30 Einblasungen kommen jetzt nicht mehr als 10 Athemzüge.

12 U. 45 Min.: Nur noch 9 spontane Inspirationen in der Minute. Die Oeffnung des Mundes bei der Einathmung ist nicht mehr so beträchtlich als früher.

12 U. 46 Min.: Wiederaufnahme der Einblasungen von atmosphärischer Luft, worauf sehr bald die inspiratorische Oeffnung des Mundes noch weiter abnimmt und die Respirationsfrequenz wächst.

12 U. 48 Min.: Die spontanen Inspirationen dauern fort, aber ohne noch von Eröffnung des Mundes begleitet zu sein. Respirationsfrequenz (in der Minute) = 20.

Seit dem Beginn des Versuches sind im Ganzen 30 Litres des CO_2 haltigen Gasgemenges verbraucht worden.

Von da ab bis 1 U. 12 Min. wechseln noch ein paar Mal Einblasungen von CO_2 mit solchen von atmosphärischer Luft, mit stets gleichem Erfolg, indem unter dem Einfluss der ersteren die spontanen Inspirationen intensiver werden, zu denselben sich die Eröffnung des Mundes gesellt und die Respirationsfrequenz abnimmt.

Ausserdem beobachtete man, dass mit der Abnahme der Frequenz die Dauer der Inspirationen (gewöhnlich von 3 auf 5 Secunden) stieg, ferner: dass jedes Mal während der CO_2-Einblasungen der Umfang des Herzens zunahm. Was diese letztere Erscheinung besonders bemerkenswerth machte, war der Umstand, dass sie allmählich sich entwickelte und nicht (wie in dem Fall gewöhnlicher Suffocation) von stärkeren Rumpfbewegungen begleitet war; sie entstand auch dann, wenn das Thier sich vollkommen ruhig verhielt.

Von 1 U. 12 Min. bis 1 U. 29 Min. werden (nachdem unmittelbar vorher vier Minuten lang atmosphärische Luft eingeblasen

worden war) von Neuem (und zum letzten Mal) die CO_2-Einblasungen aufgenommen.

Während dieses langen Zeitraumes verhielt sich alles wie früher, nur mit dem Unterschiede, dass gegen Ende dieses Zeitraumes

a) die Intensität der Inspirationen, welche anfangs bedeutend zugenommen hatte, geringer wurde;

b) die Respirationsfrequenz, welche anfangs gesunken war, allmählig wieder in die Höhe ging, bis sie schliesslich den ursprünglichen Stand von 20 (in der Minute) erreichte, endlich

c) das Herz, das anfangs an Umfang zugenommen hatte, sich wieder verkleinerte.

Eine ungewöhnliche Abkühlung des Körpers, unter dem Einfluss der so lange fortgesetzten Einblasungen des 28% CO_2 enthaltenden Gasgemenges, war nicht zu constatiren.

Und bis zuletzt reagirten die Augenlieder kräftig auf Berührung der Cornea.

Das Thier wurde dann (nach mehrere Minuten hindurch fortgesetzten Einblasungen von atmosphärischer Luft) durch Verschluss der Trachea getödtet; es verendete unter denselben Erscheinungen und anscheinend in derselben Zeit wie Thiere, die unter anderen Umständen suffocatorisch zu Grunde gehen.

Aus diesem Versuch glaube ich zunächst mit Sicherheit schliessen zu dürfen:

4) Dass die Kohlensäure auch erregend auf einen Theil der in der Lunge endigenden Vagus-Fasern wirkt und durch deren Erregung das Zustandekommen der Inspiration beschleunigt.

Auf die anderen Punkte gedenke ich bei einer späteren Gelegenheit zurückzukommen.*)

Nachträglich bemerke ich zur Vervollständigung der früher mitgetheilten Versuche mit Einblasung von Wasserstoff, dass in einem am 9. Mai angestellten Experiment, in welchem den Einblasungen von Wasserstoff keine Einblasungen von atmosphärischer Luft vorhergingen, sondern mit den ersteren gleich von vornherein begonnen

*) Ich glaube ausdrücklich noch hervorheben zu müssen, dass die Einblasungen während der ganzen Dauer des hier mitgetheilten Experiments stets in gleicher Zahl (30 in der Minute) und von vollkommen gleicher Grösse gemacht wurden. Für den letzteren Umstand garantirte eine besondere Vorrichtung am Blasebalg, welche bewirkte, dass der bewegliche Flügel bei jeder Füllung auf dieselbe Höhe gehoben wurde.

wurde, das bis dahin ruhig athmende Thier ebenso rasch respirationslos wurde, als wenn man atmosphärische Luft eingeblasen hätte. Die Dauer der Wasserstoffeinblasungen betrug ¾ Stunden. Trotz dieses langen Zeitraumes beobachtete man auch in diesem Falle weder Dyspnoë noch überhaupt spontane Respiration. Selbst die bei den früheren Wasserstoffexperimenten im Beginn beobachteten Exspirationen wurden hier vermisst, was höchst wahrscheinlich damit zusammenhing, dass die eingeblasenen Gasvolumina hier bedeutend kleiner waren und somit die Ausdehnung der Lungen in Folge der Einblasungen nicht so beträchtlich ausfiel als in den früheren Versuchen.*)

*) Wenn diese Vermuthung über die Ursache der erwähnten Exspirationen richtig wäre, so würden Exspirationen überhaupt vom Innern des Athmungsapparates aus auf zweierlei Weise hervorgerufen werden können, nämlich durch grössere Mengen von CO_2 und durch mechanische Reize.

XI.

Versuche über den Einfluss des Worara-Giftes auf die Herzthätigkeit.†)

I.

Wird bei einem Hunde von mittlerer Grösse einige Zeit ($\frac{1}{2}$ bis $\frac{3}{4}$ Stunden) nach Durchschneidung der Nn. vagi und kurz nach Einleitung der künstlichen Respiration bei mittlerer Spannung des Aortensystems eine mittelgrosse Dosis (6 Milligr.) guten Worara-Giftes in das peripherische Ende der Vena jugul. externa eingespritzt, dann beobachtet man mit Hilfe des Kymographions folgende Veränderungen:

a) eine starke, anfangs schnellere, dann langsamere Abnahme der Spannung des Aortensystems,

b) eine erhebliche Verminderung der Pulsfrequenz,

c) eine Verflachung der den Einblasungen entsprechenden Elevationen der Druckcurve.

II.

Bei regelmässiger Fortsetzung der künstlichen Respiration aber hebt sich der Druck schon nach einigen Minuten wieder, mit ihm wächst die Höhe der respiratorischen Elevationen, während die Pulsfrequenz dagegen zu sinken fortfährt. Ungefähr $\frac{1}{4}$ Stunde nach der Worara-Einspritzung kann der Druck bereits wieder sein ur-

†) Abgedruckt aus dem „Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften“ (Berlin bei Hirschwald), Jahrgang 1863, No. 4 und 5, d. d. 24. und 31. Januar.

sprüngliches Niveau erreicht haben, während die respiratorischen Elevationen noch erheblich flacher sind und die Pulsfrequenz bedeutend niedriger ist als vor der Einspritzung.

III.

Bei Einspritzung kleiner Dosen (von 3—4 Milligr.) zeigt der Druck, bevor er zu sinken beginnt, eine vorübergehende und geringe Steigerung, wogegen die Pulsfrequenz auch hier sofort ins Sinken kommt.

IV.

Hat man unter den sub 1) und 2) angegebenen Bedingungen mehrere kleine und mittlere Dosen bis zum Belaufe von 30—40 Milligr. innerhalb eines Zeitraumes von 30 bis 45 Minuten eingespritzt, oder ist gleich von vorn herein eine grosse Dose zur Anwendung gekommen, dann erhält man eine starke und anhaltende Erniedrigung des Druckes und der Pulsfrequenz.

V.

Spritzt man kurz nach Durchschneidung beider Vagi bei sehr hoher Pulsfrequenz und sehr hohem Druck eine mittlere Worara-Dose (6 Milligr.) ein, so kann dieselbe die Pulsfrequenz beträchtlich erniedrigen, während der Druck nur wenig sinkt. Diese beträchtliche Verlangsamung des Pulses kann längere Zeit hindurch (10 Minuten) anhalten und ziemlich plötzlich verschwinden. Dem Wiedererscheinen der hohen Pulsfrequenz gehen die in meiner ersten Mittheilung (Med. Centralzeitung. 1862. No. 25) erwähnten „zweispitzigen Wellen“ vorher.

VI.

Mag bei durchschnittenen Nn. vagis in Folge der Einspritzung von Worara der Druck noch so stark gesunken und die Pulsfrequenz noch so stark vermindert sein, so bleiben doch die respiratorischen Elevationen vollkommen regelmässig, auch stimmt ihre Zahl stets genau mit der Zahl der Einblasungen überein.

VII.

Hat man in der sub 4) angegebenen Weise durch wiederholte Application kleiner und mittlerer Dosen des Worara-Giftes

eine starke Erniedrigung des Druckes und der Pulsfrequenz herbeigeführt, so gelingt es dennoch beide wieder zu erhöhen, die Pulsfrequenz bis zu dem Grade, den man vor der ersten Worara-Einspritzung beobachtete, den Druck sogar bis auf das Doppelte seines ursprünglichen Niveaus. wenn eine grössere Dosis Nicotins (z. B. gtt. v) in die Vena jugul. eingespritzt wird.

VIII.

In gleicher Weise, aber bei weitem weniger intensiv, wirkt das kohlensaure Natron.

IX.

Wenn bei durchschnittenen Vagus-Nerven, während in Folge einer mehr als mittelgrossen Dosis (8 Milligr.) guten Worara-Giftes Druck und Pulsfrequenz im Sinken begriffen sind, die künstliche Respiration für einige Minuten suspendirt wird, dann beobachtet man, dass der Druck zunächst noch kurze Zeit, aber langsamer als vorher zu sinken fortfährt und dann in die Höhe geht, die Pulsfrequenz dagegen selbst dann noch weiter abnimmt, nachdem der Druck bereits wieder im Steigen ist, und erst viel später als dieser auch ihrerseits zuzunehmen beginnt.

X.

Wird bei Integrität der Vagi eine grosse Dosis Worara (z. B. 12 Milligr.) in die Vena jugul. externa eingespritzt, so sinkt trotz regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration der Druck sehr rasch und so bedeutend, dass schliesslich selbst die grösseren Arterien sich der Palpation entziehen. Mit der Abnahme des Druckes ist eine rasche und bedeutende Zunahme der Pulsfrequenz verbunden; sie erreicht bald die Höhe, welche sie nach Durchschneidung der Vagi zeigt. Hat der Druck sein Minimum erreicht, dann ist die Pulsfrequenz wieder im Abnehmen.

XI.

Durch regelmässige Fortsetzung der künstlichen Respiration gelingt es meist, den Druck wieder beträchtlich zu heben, und auch die Pulsfrequenz erheblich zu reduciren.

XII.

Ist bei Integrität der Nn. vagi, sei es in Folge einer grossen oder mehrerer kleinerer Worara-Dosen die Pulsfrequenz sehr

erhöht, dann kann die Durchschneidung der erwähnten Nerven ebensowohl auf den Druck als auf die Pulsfrequenz ohne Einfluss bleiben.

XIII.

Spritzt man zuerst eine kleinere Dose ($\frac{1}{4}$ gr.) Morph. acetic. und dann nach Einleitung der künstlichen Respiration eine grosse Dosis guten Woraragiftes in die Ven. jugul., dann findet man selbst eine halbe Stunde (und länger) nach geschehener Worara-Einspritzung den Druck noch erniedrigt und die Pulsfrequenz noch beträchtlich vermehrt, häufig so bedeutend vermehrt, dass die Durchschneidung der Vagi ohne Einfluss auf Druck und Pulsfrequenz bleibt.

XIV.

Spritzt man zuerst eine grössere Morphium-Dose und dann nach Einleitung der künstlichen Respiration eine kleine oder mittlere Worara-Dose in die Ven. jugul. externa, dann findet man, circa $\frac{1}{2}$ Stunde nach geschehener Worara-Einspritzung, eine niedrige Pulsfrequenz, hohe cardiale Elevationen, und einen nahezu mittleren, bei kräftigen Thieren sogar mehr als mittelhohen Druck.

XV.

Durchschneidung der Vagi hat unter diesen Bedingungen stets eine beträchtliche Steigerung der Pulsfrequenz und des Druckes zur Folge.

XVI.

Spritzt man bei so starker Erregung des regulatorischen Nervensystems von Neuem eine kleine Worara-Dose in die Vena jugular. externa, dann steigt die Pulsfrequenz sehr schnell und sehr beträchtlich unter erheblicher Zunahme des mittleren Druckes. Die Steigerung des Drucks geht jedoch meist rasch vorüber, um dann einer Erniedrigung desselben Platz zu machen.

XVII.

Wenn, kurz nach einer längeren Suspension, bei starker Verminderung der Pulsfrequenz und mittlerem Druck eine kleine Worara-Dose eingespritzt wird, dann kann diese neben geringfügi-

ger Vermehrung der Pulsfrequenz eine beträchtliche Erniedrigung des Druckes zur Folge haben.

XVIII.

Ist unter dem Einfluss einer mittleren Morphium- und einer übermittelhohen Worara-Dose c. $\frac{1}{2}$ Stunde nach der Worara-Einspritzung der Druck stark erniedrigt, und daneben eine nahezu mittlere Pulsfrequenz vorhanden, dann bewirkt kohlensaures Natron in der Dosis von 5—10 gr. Zunahme des Druckes, Verminderung der Pulsfrequenz und Erhöhung der cardialen Elevationen, doch ist diese Wirkung nur flüchtig.

XIX.

Ist in Folge starker Worara-Wirkung bei Integrität der Nn. vagi die Pulsfrequenz bedeutend vermehrt und der Druck erniedrigt, dann kann eine längere Suspension der künstlichen Respiration nicht nur den Druck beträchtlich steigern, sondern auch eine beträchtliche Verminderung der Pulsfrequenz herbeiführen. Mit der Abnahme der Pulsfrequenz wächst die Höhe der cardialen Elevationen.*)

XX.

Werden im Verlaufe solcher Suspensionen, zu der Zeit wo der Druck im Steigen und die Pulsfrequenz in starker Abnahme begriffen sind, die Nn. vagi durchschnitten, dann erfolgt eine plötzliche und starke Zunahme der Pulsfrequenz und gleichzeitig beobachtet man ein weit rascheres Ansteigen des Druckes.

XXI.

Spritzt man im Verlaufe solcher Suspensionen, zu der Zeit wo der Druck im Steigen und die Pulsfrequenz in starker Ab-

*) Im Verlaufe dieser Suspensionen erscheinen (wie bei den nach Durchschneidung der Nn. vagi unternommenen Suspensionen), während der Druck in die Höhe geht und zur Zeit wo die Pulsfrequenz erheblich abzunehmen beginnt, eigenthümliche periodische Schwankungen des Druckes, die vollkommen den zuerst von Ludwig beschriebenen respiratorischen Druckschwankungen ruhig athmender Thiere gleichen. Wie diese Druckschwankungen, zeigen auch jene Elevationen zwei ungleiche Schenkel, einen steileren, aufsteigenden mit kleinen cardialen Elevationen und einen stärker geneigten mit grossen und an Höhe zunehmenden cardialen Elevationen.

nahme begriffen ist, (anstatt die Nn. vagi zu durchschneiden) von Neuem eine mässige Worara-Dose ein, dann steigen kurz nach der Einspritzung ziemlich plötzlich sowohl Pulsfrequenz als Druck. Aber sehr bald fällt der letztere wieder, während die Pulsfrequenz zu wachsen fortfährt. Im weiteren Verlauf der Suspensionen kommt indess ein Stadium, wo Druck und Pulsfrequenz gemeinsam sinken und die letztere sogar viel niedriger wird als in dem Zeitraum vor der Suspension.*)

Aus den hier mitgetheilten Thatsachen ziehe ich zunächst nur folgende Schlüsse:

1. dass das Worara-Gift nicht nur, was bereits Andere bewiesen haben, die Wirksamkeit des regulatorischen Herznervensystems aufzuheben, sondern auch die Wirksamkeit des musculo-motorischen Herznervensystems beträchtlich zu vermindern vermag;**)

2. dass aber die Abnahme der Leistung des Herzmuskels, welche wir bei Worara-Vergiftung nach Durchschneidung der Nn. vagi beobachten, nicht ganz auf Rechnung der gleichzeitig beobachteten Verminderung der Pulsfrequenz gebracht werden kann;

3. dass also, da das Worara-Gift nachweislich die Muskelsubstanz verschont lässt, das musculo-motorische Nervensystem für sich

*) Werden solche Suspensionen bei Thieren unternommen, die nicht zu grosse Quantitäten Worara erhalten haben, dann erscheinen gewöhnlich um die Zeit, wo die Pulsfrequenz abnimmt, meist nachdem sie bereits erheblich abzunehmen begonnen hat, auch respiratorische Bewegungen anfangs in Gestalt leichter exspiratorischer Zuckungen, denen später deutliche Inspirationen folgen. Diese Thatsache erscheint um so auffallender, als wir meistens zur selben Zeit durch Berührung der Cornea keine Spur von Reflexbewegungen auszulösen vermögen. Auf Grund des von mir geführten Nachweises, dass die CO_2 der natürliche Stimulus der beiden respiratorischen und der beiden Herz-Nervensysteme ist, und mit Hilfe der Annahme, dass die Summe von Widerständen, die eine von dem Worara-Gift afficirte motorische Nervenfaser den Impulsen ihres Centrums entgegensetzt, mit der Länge der Faser zunehmen muss, dass daher Impulse von einer gewissen minimalen Stärke nur durch die kurzen Nervenfasern des musculo-motorischen Herznervensystems fortgeleitet werden können und ein grösserer Procentgehalt des Blutes an CO_2 dazu gehören muss, um wirksame Impulse im regulatorischen, als solche im musculo-motorischen Herznervensystem zu erzeugen etc. glaube ich die berührten Erscheinungen zur Genüge erklären zu können. —

**) Interessant erscheint mir ferner noch die von mir gemachte Beobachtung, dass mittlere Worara-Dosen (offenbar dadurch, dass sie die hemmende Wirkung der Splanchnici ebenso aufzuheben vermögen, wie die hemmende Wirkung der Vagi) heftige peristaltische Darm-Bewegungen hervorzurufen vermögen.

in doppelter Weise die Leistung des Herzmuskels beherrscht, theils durch seinen Einfluss auf die Dauer der Herzcontraction, theils dadurch, dass es das Quantum der bei jeder Contraction frei werdenden Kräfte bestimmt.*)

*) Dieser Satz ergiebt sich auch aus den in der Central-Ztg. v. 19. Nov 1861 von mir mitgetheilten Versuchen, welche zeigen, dass nach Durchschneidung der Nn. vagi der Druck sogar beträchtlich steigen kann unter Verminderung der Pulsfrequenz.

XII.

Versuche über den Einfluss des Nicotins auf die Herzthätigkeit.†)

I.

Wird bei einem nach Einleitung der künstlichen Respiration durch Worara bewegungslos gemachten Hunde von mittlerer Grösse, zu einer Zeit wo Blutdruck und Pulsfrequenz noch unter dem Einfluss dieses Giftes stehen (ersterer erniedrigt, letztere erhöht ist, beide aber constant geworden sind), Nicotin in der Dosis von $\frac{1}{24}$ bis $\frac{1}{3}$ Gtt. und in wenigem Wasser (1—3 CC.) gelöst in das peripherische Ende der *Vena jugular. externa* langsam eingespritzt, so erleiden Pulsfrequenz und Blutdruck bedeutende Veränderungen, welche in vier Stadien verlaufen.

Erstes Stadium (höchstens etwas mehr als $\frac{1}{4}$ Min. dauernd): Druck und Pulsfrequenz sinken mitunter bis auf die Hälfte der ursprünglichen Werthe und sogar noch tiefer, doch nicht in gleichem Verhältniss.

Zweites Stadium (ca. $\frac{1}{2}$ und $1\frac{1}{2}$ Minuten dauernd): Der Druck steigt, anfangs schnell, dann langsamer, und erreicht schliesslich mindestens das Doppelte, mitunter mehr als das $2\frac{1}{2}$fache seiner ursprünglichen Höhe. Zugleich mit dem Drucke steigt auch die Pulsfrequenz, aber ohne dass ihr Maximum immer, wie das des Druckes, in das Ende dieses Stadiums fällt.

Drittes Stadium (mehrere Minuten dauernd, also immer länger als das vorige): Der Druck sinkt schnell, aber stets viel

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. medicinischen Central-Zeitung“, Jahrg. 1862, Stück 103, d. d. 31. December.

langsamer als er während des zweiten Stadiums gestiegen war, und gelangt so schliesslich unter das zur Zeit der Einspritzung beobachtete Niveau. Die Pulsfrequenz, bisweilen anfangs noch in die Höhe gehend, (ihr Maximum, gleichgiltig ob es in dieses oder in das Ende des vorigen Stadiums fällt, übertrifft stets bedeutend die zur Zeit der Einspritzung beobachtete Pulszahl), erleidet im weitern Verlaufe dieses Stadiums eine Abnahme und ist am Ende desselben meist niedriger, als sie es zur Zeit der Einspritzung war, mitunter fast so niedrig wie im ersten Stadium.

Viertes Stadium (immer von kürzerer Dauer als das dritte): Der Druck fährt fort zu sinken, aber bedeutend langsamer als im vorigen Stadium; er ist schliesslich erheblich niedriger, als der zur Zeit der Einspritzung beobachtete. Die Pulsfrequenz dagegen steigt wieder und erreicht in den Fällen, wo sie vor der Einspritzung des Nicotins nicht sehr gross war, einen höhern Stand als den ursprünglichen.

II.

Werden während des zweiten Stadiums, um die Zeit wo der Druck in schnellem Steigen begriffen und die Pulsfrequenz noch bedeutend vermindert ist, die (vorher präparirten) *Nn. vagi* am Halse durchschnitten, dann tritt unter schnellerem Steigen des Druckes eine sehr beträchtliche Vermehrung der Pulsfrequenz ein.

III.

Spritzt man unter den in § 1 angegebenen Bedingungen $\frac{1}{3}$—$\frac{1}{2}$ Gtt. Nicotin in die *Ven. jugul.*, so folgt der starken Erregung des regulatorischen Nervensystems, welche unmittelbar nach der Einspritzung erscheint, sehr bald ein Zeitraum der verminderten Erregbarkeit, d. h. es gelingt dann weder bei Wiederholung derselben Gabe noch auch durch steigende Dosen des Giftes andere Wirkungen auf die Pulsfrequenz hervorzubringen, als welche es bei durchschnittenen Vagis äussert.

IV.

Bei Anwendung kleinerer Gaben ($\frac{1}{48}$—$\frac{1}{24}$ Gtt.) dagegen lässt sich das regulatorische Herznervensystem öfter in einen gesteigerten Erregungszustand versetzen, auch wenn jedesmal nur dieselbe Dosis eingespritzt wird.

V.

Wenn bei intensiver Worara-Wirkung (d. i. bei hoher Pulsfrequenz und niedrigem Druck) kleine Dosen (von $\frac{1}{48}$ Gtt.) Nicotin eingespritzt werden, dergestalt dass die nächste Dosis immer dann erst an die Reihe kommt, wenn Druck und Pulsfrequenz wieder nahezu constant geworden sind, dann beobachtet man:

a) anfangs nach jeder Dosis eine, wenn auch entschiedene, doch nicht starke Wirkung auf das regulatorische Herznervensystem;

b) dass die Verminderung der Pulsfrequenz nach den ersten Einspritzungen früher eintritt als nach den späteren;

c) dass das Minimum der Pulsfrequenz bei den ersten Dosen während des Zeitraumes der Zunahme des Druckes, bei den späteren Dosen aber erst dann erscheint, nachdem der Druck sein Maximum erreicht hat;

d) dass die Erregung des regulatorischen Systems durch die späteren Dosen, welche den Druck nicht mehr so hoch hinauftreiben als die ersten, länger andauert;

e) dass zuletzt die Wirkung auf das regulatorische System ganz aufhört.

VI.

Das Endergebniss der wiederholten Einspritzung solcher kleinen Dosen (unter den im vorigen § angegebenen Bedingungen) ist starke Erniedrigung des mittlern Druckes und erhebliche Verminderung der Pulsfrequenz. Dann haben selbst 5 Mal grössere Dosen, und selbst so grosse Dosen wie gtt.j nur noch sehr geringe Wirkung auf den Druck. Man muss bis auf gtt.v steigen, um den Druck wieder stark in die Höhe zu treiben.

VII.

Wenn zu einer Zeit, wo bei noch vollkommener Bewegungslosigkeit des Thieres die Wirkung des Worara-Giftes auf die beiden Herznervensysteme im Verschwinden ist (also bei nahezu mittelhohem Druck und niedriger Pulsfrequenz) sehr kleine Dosen des Nicotin ($\frac{1}{96}$ Gtt. *p. d.*) nach der im § V. erwähnten Methode zur Anwendung kommen, so beobachtet man:

a) dass eine Zeit lang auch hier nach jeder Dosis die Pulsfrequenz sinkt und der Druck nach einem rasch vorübergehenden Abfall in die Höhe geht;

b) dass der Druck nicht so rasch und nicht so beträchtlich steigt als unter den im § V. erwähnten Bedingungen;

c) dass das Minimum der Pulsfrequenz in den Zeitraum der Druckzunahme fällt.

VIII.

Das Ergebniss der wiederholten Einspritzung solcher sehr kleinen Dosen (unter den in § VII. angegebenen Bedingungen) ist Erniedrigung des mittlern Druckes und erhebliche Zunahme der Pulsfrequenz.

IX.

Bei dem Eintreten dieses Zustandes gelingt eine abermalige stärkere Erregung des regulatorischen Nervensystems durch kleine Dosen nur unter der Bedingung, dass man eine längere Zeit verfliessen lässt, bevor die nächste Einspritzung unternommen wird. — Schliesslich kommt ein Zeitpunkt, wo das regulatorische Nervensystem nur noch durch grössere Dosen (wie $\frac{1}{2}$ Gtt.) zu erregen ist.

X.

Werden nach Durchschneidung der *Nn. vagi* mehrere Einspritzungen von Nicotin, anfangs in mittlerer und dann in immer grösserer Dosis, gemacht, dergestalt dass eine neue Einspritzung nicht vorgenommen wird bevor Druck und Pulsfrequenz wieder constant geworden sind, so beobachtet man

a) dass unmittelbar nach jeder Einspritzung Druck und Pulsfrequenz etwas abnehmen;

b) dass hierauf der Druck sehr rasch und sehr beträchtlich unter Zunahme der Pulsfrequenz in die Höhe geht und dabei einen eben so hohen, ja höhern Stand erreichen kann, als er ihn bei Integrität der Vagi erreicht hätte;

c) dass der Druck auf seinem Maximum nur sehr kurze Zeit verweilt und langsamer sinkt als er gestiegen ist;

d) dass das Absinken des Druckes von einer stetigen Abnahme der Pulsfrequenz begleitet ist;

e) dass dann gleichzeitig auch die Höhe der respiratorischen

Elevationen, die während des Zeitraumes der Druckzunahme gewachsen war, continuirlich abnimmt;

f) dass der Druck vor jeder Einspritzung niedriger als vor der ihr voraufgegangenen ist;

g) dass endlich ein Zeitpunkt kommt, von dem ab selbst Gaben von 10 Gtt. und darüber keine Erhöhung des Druckes mehr zu erzielen vermögen.

XI.

Sowohl bei Integrität als nach Durchschneidung der Vagi tritt in Folge wiederholter Einspritzung immer grösserer Nicotin-Dosen schliesslich zwar eine enorme Erniedrigung des Druckes ein (die bei durchschnittenen Vagis von einer Verminderung der Pulsfrequenz begleitet ist), doch scheint auf solche Weise, wenn die künstliche Respiration regelmässig unterhalten wird, das Herz nicht zum Absterben gebracht werden zu können.*)

XII.

Die respiratorischen Elevationen, welche die Spannungscurve des Aortensystems zeigt, können in Folge wiederholter Einspritzung immer grösserer Nicotin-Dosen zuletzt zwar äusserst flach werden, doch bleibt ihre Zahl stets genau so gross als die der Einblasungen, und ebenso ihre Gestalt stets regelmässig.

XIII.

Wird nach Durchschneidung der Vagi, zu einer Zeit wo in Folge wiederholter Digitalis-Einspritzungen der Druck gesunken und die respiratorischen Elevationen häufiger als die Einblasungen und unregelmässig geworden sind, eine mittlere Nicotin-Dose eingespritzt, so kann diese für kurze Zeit nicht nur den Druck beträchtlich erhöhen, sondern auch die respiratorischen Elevationen seltener und regelmässig machen.

XIV.

Hat nach Durchschneidung der Vagi, durch wiederholte Nicotin-Einspritzungen in steigender Gabe, der Druck, die Höhe

---

*) Ich hatte in einzelnen Versuchen die Dosen des Nicotins bis auf 15 und 20 Gtt. gesteigert, ohne den Herztod herbeiführen zu können.

der respiratorischen Elevationen und die Pulsfrequenz bedeutend abgenommen, dann bewirkt eine Suspension von dem Augenblick an, wo die nächste Einblasung einsetzen sollte, continuirliche Abnahme des mittlern Druckes und der Pulsfrequenz. Aber „wellenförmige Schwankungen“ erscheinen während solcher Suspensionen selbst dann nicht, wenn zwischen dem Beginn der Suspension und dem Eintritt des Herztodes 6 Minuten verfliessen.

XV.

Wird im *Stadium decrementi* einer nach Durchschneidung der *Nn. vagi* unternommenen Suspension eine mittlere Nicotin-Dose eingespritzt, so kann diese eine vorübergehende Erhöhung des Druckes zur Folge haben.

XVI.

Zu einer Zeit, wo bei durchschnittenen Vagis nach wiederholten Einspritzungen von Nicotin selbst grössere Gaben des Giftes (z. B. 2 Gtt.) fast wirkungslos geworden sind, kann eine relativ kleine Dose von kohlensaurem Natron den Druck beträchtlich steigern, unter Zunahme der Pulsfrequenz.

XVII.

Die Blutmenge, welche durch eine unveränderliche Oeffnung einer grössern Körpervene (z. B. der *Vena cruralis*) in einer gegebenen Zeit abfliesst, während die Spannung des Aortensystems unter dem Einfluss des Nicotins in die Höhe geht, ist immer beträchtlich grösser als die Blutmenge, welche unter den gleichen Bedingungen vor der Einspritzung des Nicotins erhalten wurde.*)

---

*) Eine nicht streng hierher gehörige, aber wichtige Beobachtung über die Wirkung des Nicotins lässt sich in folgenden Satz zusammenfassen: „Selbst bei starker Worara-Vergiftung und regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration vermag man durch Einspritzung von Nicotin kräftige spontane Inspirationen hervorzurufen; sie erscheinen um die Zeit, wo die Pulsfrequenz noch beträchtlich vermindert und der Druck in raschem Ansteigen begriffen ist.“

Auf Grund der eben mitgetheilten und derjenigen Versuche, welche ich über die Wirkung der Digitalis (seit meiner letzten Mittheilung in dieser Zeitschrift) angestellt habe, glaube ich folgende zwei Sätze aufstellen zu können:

a) Das Nicotin hat eine Reihe von Eigenschaften mit dem wirksamen Princip der Digitalis gemein. Beide wirken stark erregend auf das regulatorische und muskulo-motorische Nervensystem des Herzens*) und beide vermögen das regulatorische Nervensystem, nachdem sie dasselbe übermässig erregt haben, zu lähmen.

b) Aber die Wirkung des Nicotins bleibt auf die Herznervensysteme beschränkt, während die Digitalis auch noch eine Beziehung zur Musculatur des Herzens hat. Dies ergiebt sich mit Nothwendigkeit daraus, dass die Digitalis ausser den Erscheinungen, welche durch die Affection der Herznervensysteme entstehen und welche auch durch Nicotin hervorgerufen werden können, noch folgende drei darbietet, welche das Nicotin niemals zeigt:

α) Bei wiederholter Einspritzung mittlerer Digitalis-Dosen tritt, trotz regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration, häufig ganz plötzlich und nicht selten zu einer Zeit, wo der Druck im Aortensystem noch eine beträchtliche Höhe zeigt, der Tod des Herzens ein.

β) Bei wiederholter Einspritzung mittlerer Digitalis-Dosen kommt ein Zeitpunkt, von dem ab die respiratorischen Elevationen, welche die Druckcurve mit Worara vergifteter Thiere bei Unterhaltung der künstlichen Respiration zeigt, häufiger als die Einblasungen und unregelmässig werden.

γ) Wird bei durchschnittenen Vagis nach wiederholter Einspritzung mittlerer Digitalis-Dosen zu einer Zeit, wo die respiratorischen Elevationen häufiger als die Einblasungen und unregelmässig geworden sind, die künstliche Respiration suspendirt, dann erscheinen sofort nach dem Beginn der Suspension jene „wellenförmigen Schwankungen“ (aber ebenfalls von unregelmässiger

*) Spritzt man nach Durchschneidung der *Nn. vagi* eine mittlere Dose von Digitalis-Infus in die *Vena jugularis*, so beobachtet man, wie ich am angeführten Orte gezeigt habe, eine beträchtliche Erhöhung des Druckes. Dieser Druckerhöhung geht oft, wie bei Nicotin-Einspritzungen, unter gleichen Bedingungen, ein kurzes Stadium der Druckerniedrigung vorher. Ist das Herz zur Zeit der Einspritzung des Digitalis-Infuses nicht schon zu stark mitgenommen, dann beobachtet man, während der Druck in die Höhe geht, eine Zunahme der Pulsfrequenz.

Gestalt, wie die vorausgegangenen respiratorischen Elevationen), welche ich in Nr. 25 und 93 des 31. Jahrganges dieses Blattes mehrfach erwähnt habe, und deren Eintritt, wie ich dort gezeigt habe, durch mangelhafte Zufuhr von Sauerstoff beschleunigt werden kann.*)

Ausserdem glaube ich durch die hier mitgetheilten Versuche zum ersten Male sichere experimentelle Belege für den alten Satz geliefert zu haben, dass diejenigen Mittel, welche in specifischer Beziehung zu bestimmten Centraltheilen des Nervensystems stehen, bei gleichbleibender Dosis ihre Wirksamkeit sehr bald einbüssen, und dass dann erst eine erheblich stärkere Gabe wieder die ursprüngliche Wirkung hervorzurufen vermag.

Auf andere mit diesem Satze verwandte Punkte, welche ebenfalls durch diese Versuche einiges Licht erhalten haben, gedenke ich bei einer andern Gelegenheit zurückzukommen.

Mit Rücksicht auf die Toxicologie verdient noch die Thatsache besondere Beachtung, dass Nicotin nicht zu den Giften gehört, welche bei regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration den Herztod herbeizuführen vermögen. Ich sehe in dieser Thatsache eine Aufforderung bei allen solchen Vergiftungen dann zur Tracheotomie und nach deren Ausführung zur künstlichen Respiration zu schreiten, wenn unter der Anwendung der gewöhnlichen Antidota der Zustand mit Rapidität sich zu verschlimmern fortfährt. Das Nicotin wie einige andere Gifte tödten das Herz wahrscheinlich immer nur mittelbar, durch Lähmung des Respirations-Nervencentrums.

*) Besteht die Wirkung der Digitalis auf die Herzmusculatur vielleicht darin, dass sie die Fähigkeit der Muskelsubstanz, den mit dem Blute ihr zugeführten Sauerstoff anzuziehen und zu binden, beeinträchtigt? Und beruht dann vielleicht die von mir nachgewiesene temperaturniedrigende Wirkung der Digitalis in fieberhaften Krankheiten darauf, dass die Gesammtmuskulatur des Körpers in gleicher Weise wie der Herzmuskel von dem wirksamen Princip des Mittels afficirt wird? — Ich behalte mir vor, diese in mehrfacher Beziehung wichtigen Fragen durch directe Versuche zu entscheiden.

XIII.

Versuche über den Einfluss des Lungen-Gaswechsels auf das dem Einfluss der Nn. vagi entzogene Herz.

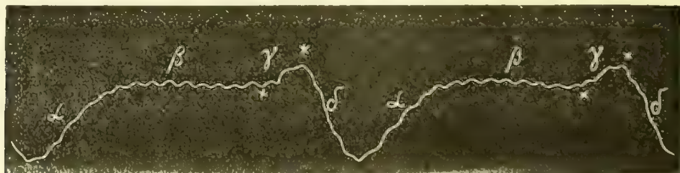
Erste Reihe.†)

I.

Bei einem durch Worara bewegungslos gemachten Hunde, bei dem die künstliche Respiration nach einem bestimmten Tacte und überdies in solcher Weise unterhalten wird, dass nach jeder Einblasung die Lungen sich so weit zusammenziehen können, wie während der normalen Exspiration, lassen sich auch nach Durchschneidung der *Nn. vagi* von den Einblasungen abhängige grössere Schwankungen des Druckes im Aortensystem beobachten.

II.

Ist die Zahl der Einblasungen eine geringe (z. B. 9—12 in der Minute), so zeigen diese grösseren Druckschwankungen, die wir (zum Unterschiede von den kleinen cardialen) respiratorische nennen wollen, stets folgende eigenthümliche Gestalt,



an der man deutlich vier Abschnitte (α, β, γ, δ) unterscheidet.

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. Medicin. Central-Zeitung", Jahrgang XXXI, Stück 25, d. d. 26. März 1862.

III.

Da die Einblasung zwischen die Grenzen des Abschnitts γ fällt, so folgt:

a) dass der Druck während der Einblasung um ein Weniges steigt;

b) dass er unmittelbar nach der Einblasung schnell und beträchtlich sinkt;

c) dass er hierauf in die Höhe geht, aber nicht so schnell und nicht um so viel, als er gesunken ist;

d) dass er in dem letzten Zeitraum vor der neuen Einblasung sich fast gleich bleibt.

IV.

Die Pulsfrequenz (d. h. die Zahl der Pulse in der Zeiteinheit) ist in jedem Abschnitt der respiratorischen Elevation gleich gross.*)

V.

Ist die Zahl der Einblasungen eine mittlere (z. B. 15—20 in der Minute), dann zeigt jede respiratorische Elevation nur zwei Abschnitte, einen allmählig aufsteigenden und einen steil abfallenden.

VI.

Die Einblasung markirt sich dann bisweilen noch im höchsten Theil des aufsteigenden Schenkels.

VII.

Obwohl die Zahl der Pulse in dem aufsteigenden Schenkel grösser ist als in dem absteigenden, so ist doch die Pulsfrequenz in beiden Schenkeln gleich gross.

VIII.

Wird bei einer mässigen Zahl der Einblasungen (z. B. 16 in der Minute) der Zeitraum des Einblasens verdoppelt, dann wird der aufsteigende Schenkel steiler als der absteigende; aber auch in

*) Aehnliche respiratorische Elevationen beobachtet man bisweilen auch bei solchen Thieren, die nach Durchschneidung der *Nn. vagi* langsam und ruhig athmen.

diesem Falle bleibt, obwohl die Zahl der Pulse im aufsteigenden Schenkel kleiner ist als im absteigenden, die Pulsfrequenz in beiden Schenkeln gleich gross.

IX.

Bei grosser Zahl der Einblasungen (32 in der Minute) werden beide Schenkel des respiratorischen Curvenstückes einander nahezu gleich.

X.

Dasselbe beobachtet man, bei einer mässigen Zahl von Einblasungen, in Folge starker Einwirkung des Worara-Giftes.

XI.

Bei starker Einwirkung des Worara-Giftes nimmt auch die Höhe der respiratorischen Elevationen beträchtlich ab, wenngleich die Zahl und Grösse der Einblasungen unverändert bleibt.

XII.

Dasselbe beobachtet man nach Eröffnung des Brustkastens.

XIII.

Der mittlere Druck sinkt, wenn die Zahl der Einblasungen vergrössert, er steigt, wenn die Zahl der Einblasungen verringert wird.*)

XIV.

Wird die Zahl der Einblasungen eine ungewöhnlich grosse (z. B. 60 und darüber in der Minute), dann kann der mittlere Druck um mehr als die Hälfte sinken.

XV.

Ist bei regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration der mittlere Druck im Aortensystem (wenigstens nahezu) constant geworden, dann hat das Aufhören der Einblasungen (mit anderen

---

*) In einem Falle hatte ich Gelegenheit, dieses Absinken des Druckes im Aortensystem auch dann zu beobachten, als das Thier dem die Vagi durchschnitten waren, plötzlich häufiger zu athmen begann.

Worten: die Suspension der künstlichen Respiration) stets ein Steigen des mittlern Druckes zur Folge.

XVI.

Dieses Steigen des Druckes tritt auch dann ein, wenn in Folge der Eröffnung des Brustkastens beide Lungen sich möglichst stark zusammengezogen haben, sowie umgekehrt, wenn (bei einem nicht durch Worara vergifteten Thiere) in Folge einer Erregung der centralen Vagus-Segmente der geschlossene Thorax in eine kräftige Inspiration versetzt wird und dadurch die Lungen auf ein möglichst grosses Volumen gebracht werden.

XVII.

Unmittelbar nach der Suspension bis zu dem Zeitpunkt, wo (im Falle der Fortsetzung der künstlichen Respiration) die nächste Einblasung zu beginnen hätte, gestaltet sich die Druckcurve ganz so wie in den Zwischenzeiten der vorausgegangenen Einblasungen.

XVIII.

Erst von dem Augenblick an, wo (im Falle der Fortsetzung des künstlichen Respiration) die nächste Einblasung begonnen hätte, erfolgt das Steigen nach einem andern Gesetze, indem die Linie des mittlern Druckes plötzlich einen andern, meist sehr spitzen Winkel mit der Abscissenachse bildet.

XIX.

Bei länger (eine bis mehrere Minuten) dauernden Suspensionen erscheinen, während der Druck in die Höhe geht, regelmässige, wellenförmige Schwankungen, welche den respiratorischen Elevationen gleichen, die bei spontan athmenden oder bei durch Worara vergifteten Thieren während der künstlichen Respiration beobachtet werden.

XX.

Diese wellenförmigen Schwankungen sind auch dann zu beobachten, wenn während der Suspension die Trachea hermetisch verschlossen wird, so wie im Verlaufe solcher Suspensionen, welche man bei weit geöffnetem Thorax eintreten lässt.

XXI.

Lässt man eine grössere Zahl lang dauernder Suspensionen so rasch aufeinander folgen, dass je zwei derselben nur durch eine Einblasung getrennt sind, dann lässt sich innerhalb einer gegebenen Zeit der mittlere Druck viel höher hinauftreiben, als wenn während dieses Zeitraumes nur eine Suspension stattgefunden hatte.

XXII.

In diesem Falle können bei den ersten Suspensionen die erwähnten wellenförmigen Schwankungen fehlen oder nur schwach angedeutet sein, während sie bei den folgenden Suspensionen immer früher und ausgeprägter erscheinen.

XXIII.

Wenn während einer mehrere Minuten dauernden Suspension das peripherische Segment des einen der durchschnittenen Vagi durch einen (inducirten) electrischen Strom erregt wird, so dass eine beträchtliche Verminderung der Pulsfrequenz erzielt wird, dann lässt sich der mittlere Druck längere Zeit hindurch und während eines gegebenen Zeitraumes höher hinauftreiben, als bei einfacher Suspension.*)

XXIV.

Während einer mehrere Minuten langen Suspension folgt auf das Stadium, in welchem der Druck steigt, stets ein Zeitraum der Druckerniedrigung.

XXV.

Das Absinken des Druckes geht mit grösserer Geschwindigkeit vor sich, als das Steigen.

XXVI.

Die erwähnten periodischen Schwankungen verschwinden gewöhnlich schon vor dem Eintritt des Druckmaximums.

*) Bei diesen Versuchen habe ich die bemerkenswerthe Thatsache beobachtet, dass bei gleichbleibender Grösse des electrischen Reizes die Vagus-Wirkung auf das Herz nicht nur mit der Zahl der stattgehabten Erregungen zunimmt, sondern während der späteren Erregungen auch mit der Dauer der Erregung wächst.

XXVII.

Statt derselben erscheinen im Stadium des Druckabfalles öfter kurze, niedrige, zweispitzige Wellen, welche zweien deutlich fühlbaren Pulsen der unverletzten Crural-Arterie entsprechen.

XXVIII.

Kurz vor dem Zeitpunkt, wo der Druck sein Minimum erreicht, tritt stets eine Verminderung der Pulsfrequenz ein.

XXIX.

Wenn während dieses Zeitraumes die künstliche Respiration wieder aufgenommen wird, dann kann, bisweilen schon nach weniger (sogar nur zwei) Einblasungen der Druck wieder in die Höhe und sogar noch über denjenigen hinausgeben, der vor der Suspension beobachtet wurde.

XXX.

Dieses Wiederaufsteigen des Druckes geht immer mit grösserer (oft mit viel grösserer) Geschwindigkeit vor sich, als der Druckabfall in dem zweiten Stadium der vorhergegangenen Suspension.

XXXI.

Die Pulsfrequenz bleibt bisweilen noch während des Wiederaufsteigens des Druckes eben so niedrig, als während der letzten Zeit der Suspension, doch erreicht sie auch in diesem Falle sehr bald wieder die Höhe, die sie vor der Suspension zeigte.

XXXII.

Der in Folge einer nur wenige Secunden langen Suspension gestiegene Druck kann bei Wiederaufnahme der künstlichen Respiration noch eine Zeit lang höher bleiben, als vor der Suspension.

XXXIII.

Spritzt man bei einem durch Worara bewegungslos gemachten Thiere, nachdem unter dem Einfluss einer regelmässigen künstlichen Respiration der mittlere Druck (wenigstens nahezu) constant geworden ist, von Neuem ein mässiges Quantum Worara-

Lösung in das peripherische Ende der *Vena jugularis interna*, dann sinkt, trotzdem die künstliche Respiration fortgesetzt wird, der Druck.

XXXIV.

Der solcher Art im Sinken begriffene Druck kann durch Suspension der künstlichen Respiration wieder zum Steigen gebracht werden.

XXXV.

Durch mehrere nicht zu lange und in kurzen Zwischenräumen auf einander folgende Suspensionen lässt sich selbst bei solchen Thieren, bei denen in Folge der ersten Worara-Einspritzung der Druck in dem Aortensystem bis tief unter den normalen gesunken ist, eine Steigerung dieses Druckes bis über den normalen bewirken.

Zweite Reihe.†)

XXXVI.

Werden nach Durchschneidung der *N. vagi* mehrere lange Suspensionen hintereinander eingeleitet (dergestalt, dass zwischen den einzelnen Suspensionen nur wenige Minuten verfliessen), dann rückt der Zeitpunkt, wo die § 19 erwähnten „wellenförmigen Schwankungen" des Druckes erscheinen, dem Beginn der Suspension immer näher, dagegen entfernt sich dieser Zeitpunkt vom Beginn der Suspension wieder, wenn man kurz vor der Suspension die Zahl der Einblasungen beträchtlich vergrössert hat.*)

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. Medicin. Central-Zeitung", Jahrgang XXXI, Stück 93, d. d. 19. November 1862.

*) Ich bemerke, dass dieser und alle folgenden Sätze sich ebenfalls auf „Hunde" beziehen, die a) durch Worara bewegungslos gemacht sind, bei denen b) schon vor der Application des Worara-Giftes die künstliche Respiration eingeleitet war (wo nichts Anderes bemerkt ist, wurden 15 Einblasungen in der Minute gemacht), und bei denen man c) beide Vagi durchschnitten hatte. — Eine „lange" Suspension nenne ich diejenige, welche bis nahe zu dem Augenblick des Herztodes fortgesetzt wird, eine „kürzere" diejenige, welche wenigstens eine Minute dauert, und höchstens so lange fortgesetzt wird, als der Druck noch im Ansteigen ist, eine „kurze" Suspension endlich diejenige, welche kürzere Zeit als eine Minute dauert. — Im Beginn des § 21 muss es statt „eine grössere Zahl lang dauernder Suspensionen" heissen „eine grössere Zahl kürzerer Suspensionen."

XXXVII.

Unter sonst gleichen Bedingungen treten die § 19 erwähnten „wellenförmigen Schwankungen“ früher ein, wenn der Suspension Hydrogen-Einblasungen, als wenn ihr Einblasungen von atmosphärischer Luft vorhergingen.

XXXVIII.

Dagegen sind wiederholte Einspritzungen von Worara nicht im Stande, den Eintritt dieser „wellenförmigen Schwankungen“ zu beschleunigen.

XXXIX.

Die § 27 erwähnten „zweispitzigen Wellen“ erscheinen zwar in der Regel nur während des Stadiums des Druckabfalls (das wir künftighin als *Stad. decrementi* der Suspension bezeichnen wollen), indem sie den Uebergang zu der bedeutenden Verminderung der Pulsfrequenz und zu dem Druck-Minimum bilden, die man am Ende der Suspension i. e. kurz vor dem Herztode wahrnimmt, aber sie werden bisweilen auch nach Wiederaufnahme der künstlichen Respiration beobachtet, zu der Zeit wo Druck und Pulsfrequenz in die Höhe gehen, und bilden dann also umgekehrt den Uebergang von einem Zeitraum niedrigsten Druckes und niedrigster Pulsfrequenz zu einem Zeitraum hohen Druckes und hoher Pulsfrequenz.

XL.

Werden mehrere sehr lange Suspensionen hintereinander gemacht dergestalt, dass jede neue Suspension erst dann eingeleitet wird, nachdem Druck und Pulsfrequenz wieder nahezu constant geworden sind, dann zeigt sich, dass bei den ersten Suspensionen die Pulsfrequenz ununterbrochen (anfangs langsamer, dann schneller) bis zur Acme steigt; bei den späteren anfangs sinkt und dann steigt, aber selbst auf der Acme nur wenig höher erscheint als vor der Suspension; bei den letzten Suspensionen endlich anfangs ebenfalls sinkt und dann steigt, aber selbst auf der Acme noch nicht so hoch ist als vor der Suspension.*)

XLI.

Ist in Folge häufiger Suspensionen oder starker Abkühlung

*) Unter Acme der Suspension verstehe ich hier und in dem Folgendem den Zeitpunkt der Suspension, in welchem der Druck sein Maximum erreicht hat.

des Herzens der Druck stark gesunken, dann kann ein Zeitpunkt kommen, von dem ab bei jeder langen Suspension eine continuirliche Abnahme der Pulsfrequenz beobachtet wird.

XLII.

Dagegen kann andrerseits die Pulsfrequenz vom Beginn der Suspension ab bis in das *Stad. decrementi* hinein continuirlich zunehmen, wenn schwächende Einflüsse der § 41 erwähnten Art entweder gar nicht oder in verhältnissmässig nur geringem Grade auf das Herz eingewirkt hatten.

XLIII.

Hat man im Verlauf einer langen Suspension (zugleich mit einer starken Erniedrigung des Druckes) eine beträchtliche Verminderung der Pulsfrequenz herbeigeführt, so kann bei noch weiterer Fortsetzung der Suspension der Fall eintreten, dass nicht nur die Wiederaufnahme der künstlichen Respiration keine Vermehrung der Pulsfrequenz bewirkt, sondern die Pulsfrequenz sogar noch zu sinken fortfährt, während der Druck unter dem Einfluss der künstlichen Respiration bereits rasch in die Höhe geht.

XLIV.

Wird bei stark gesunkenem Druck die Zahl der Einblasungen beheutend vermehrt, dann sinkt der Druck unter beträchtlicher Abnahme der Pulsfrequenz.

XLV.

Unter denselben Bedingungen kann man durch starke Vermehrung der Zahl der Einblasungen bisweilen sogar einen langen Stillstand des Herzens in der Diastole herbeiführen.

XLVI.

Ist in Folge häufiger langer Suspensionen der Druck im Aortensystem stark gesunken, dann lässt sich, trotz regelmässig fortgesetzter Einblasungen von atmosphärischer Luft der mittlere Druck nicht constant erhalten, sondern es wechseln dann (abgesehen von den sonst regelmässigen respiratorischen und cardialen Elevationen) grössere Zeiträume, in denen der mittlere Druck steigt, mit solchen ab, in denen er sinkt.

XLVII.

Wenn bei regelmässiger Fortsetzung der künstlichen Respiration das peripherische Segment des einen der durchschnittenen Vagi nur kurze Zeit (10—15 Secunden lang) mässig stark (electrisch) gereizt wird, dann sinkt der Druck unter Abnahme der Pulsfrequenz. Nach Beendigung der Reizung steigt der Druck stets über das Niveau, das er vor der Reizung eingenommen hatte, um erst dann auf seinen ursprünglichen Stand herabzugehen.*)

XLVIII.

Wird während des *Stad. decrementi* einer langen Suspension das peripherische Segment des einen Vagus kurze Zeit (electrisch) gereizt, dann hat zwar die Reizung selbst raschere Abnahme des Druckes zur Folge, aber nach beendigter Reizung steigt der Druck, und kann dann sogar erheblich höher werden als vor der Reizung.

IL.

Bisweilen gelingt es durch Reizung des peripherischen Segments des einen Vagus die Pulsfrequenz nicht nur stark zu vermindern, sondern gleichzeitig auch während eines längern Zeitraumes (1 bis 1½ Minuten) auf einem so niedrigen Stand constant zu erhalten. In solchen Fällen beobachtet man, wenn die künstliche Respiration während der Vagus-Reizung fortgesetzt wird, dass der mittlere Druck im Beginn der Reizung sich erniedrigt und dann constant bleibt; wenn dagegen die Reizung des Vagus mit einer Suspension der künstlichen Respiration zusammenfällt, dass der mittlere Druck nach einem momentanen initialen Sinken continuirlich in die Höhe geht, bis er schliesslich sogar über den vor der Reizung beobachteten Stand hinausgelangt.

L.

Ist in Folge häufiger Suspensionen der Druck bedeutend gesunken, dann beobachtet man bei wiederholter (electrischer) Reizung des peripherischen Segments des einen Vagus, dass die Wirkung des Reizes, obgleich dessen Intensität ungeändert bleibt, durch die Suspension der Respiration anscheinend gesteigert wird, oder, mit

*) Unter „Druck“ verstehe ich natürlich immer den „mittlern Druck.“

anderen Worten, dass bei gleichbleibender Stärke des electrischen Reizes die Wirkung des Vagus auf das Herz mit der Zeit wächst (anstatt abzunehmen), wenn zwischen je zwei Reizungen eine längere Suspension unternommen wird. In besonders günstigen Fällen dieser Art kann man, wenn man eine grössere Zahl kurzer Vagus-Reizungen in den Zeitraum einer langen Suspension fallen lässt, auch beobachten: „dass bei gleichbleibender Grösse des electrischen Reizes die Vagus-Wirkung auf das Herz nicht nur mit der Zahl der stattgehabten Erregungen zunimmt, sondern während der späteren Erregungen auch mit der Dauer der Erregung wächst."*)

---

*) Die zwischen den Anführungszeichen eingeschlossenen Worte bildeten, wie man bei nochmaliger Betrachtung meiner ersten Mittheilung (26. März 1862) sehen wird, den Inhalt einer bereits dort befindlichen und zu § 23 gehörigen Bemerkung. — Ich benutze diese Gelegenheit, um gleichzeitig auf einen sinnentstellenden Druckfehler in dem angeführten § aufmerksam zu machen, der durch Auslassung des Wortes „zeitweise" zwischen den Worten „Strom" und „erregt" entstanden ist.

Erwähnenswerth, obgleich nicht streng hierher gehörig erscheint mir noch die Thatsache, dass im Verlaufe langer Suspensionen, die bei durchschnittenen Vagis gemacht werden, starke peristaltische Bewegungen der Därme eintreten. Man beobachtet diese Erscheinung sehr deutlich durch die unverletzten Bauchdecken hindurch.

XIV.

Zur Physiologie der vitalen Nerven-Centra. †)

A.

Von den dyspnoëtischen Erscheinungen am Circulations-Apparate.

I.

Durch Verminderung des Lungengaswechsels (d. i. Verminderung der Zufuhr von Sauerstoff zum Blute und Verminderung der Kohlensäure-Ausfuhr aus demselben) kann man dyspnoëtische Erscheinungen nicht nur am Respirations-Apparat, sondern auch am Circulations-Apparat erzeugen.

Die letzteren lassen sich am besten an Thieren (Hunden) beobachten, bei welchen, nachdem sie durch eine nicht zu grosse Dose des Worara-Giftes bewegungs- und respirationslos gemacht sind, eine regelmässige künstliche Respiration unterhalten wird.

II.

Wird bei einem so vorgerichteten Thiere, dem auch noch die Vagi durchschnitten sind, die künstliche Respiration unterbrochen, und so lange suspendirt, bis der Herztod einzutreten droht, was länger als 6 Minuten dauern kann, dann beobachtet man eine Reihe von Erscheinungen, welche ich bereits an einem anderen Orte

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. medicinischen Central-Zeitung", Jahrg. 1863, Stück 97, d. d. 5. December.

(Medicin. Central-Zeitung, 26. März und 19. Nov. 1862.) geschildert habe. Hier sei nachträglich noch bemerkt, dass die grossen periodischen (oder wie ich sie früher auch genannt habe „wellenförmigen") Schwankungen des Druckes, welche man während seines Ansteigens beobachtet, den der Suspension vorhergehenden respiratorischen Elevationen der Druckcurve nicht eigentlich „gleichen", sondern nur „ähneln", da ihre Länge immer ungleich grösser ist, als die der respiratorischen Elevationen, ihre Gipfel stets abgerundet und ihre Schenkel fast congruent erscheinen. Auch darf die Thatsache nicht übersehen werden, dass die Pulsfrequenz in beiden Schenkeln dieser grossen Wellen stets vollkommen gleich ist.

III.

Wird bei Integrität der Vagi zu einer Zeit, wo in Folge einer grösseren Worara-Dose (10 milligr.), der Druck noch sehr stark erniedrigt und die Pulsfrequenz sehr hoch ist,*) die künstliche Respiration für die Dauer von circa 3 Minuten suspendirt, dann steigt der mittlere Druck von dem Augenblick, wo die neue Einblasung hätte beginnen sollen, eine Zeit lang (während $1\frac{1}{2}$ bis 2 Min.) fast linear in die Höhe. Die Pulsfrequenz nimmt dabei sehr langsam ab und beginnt erst etwa $1\frac{1}{2}$ Min. nach Eintritt der Suspension schneller zu sinken. Am Ende des erwähnten Zeitraums (also etwa 3 Min. nach Beginn der Suspension) kann der Druck auf das Vierfache des ursprünglichen Niveaus gestiegen und die Pulsfrequenz um $\frac{1}{3}$ vermindert sein. Mit der Abnahme der Pulsfrequenz ist stets auch die Höhe der cardialen Elevationen beträchtlich gewachsen.

IV.

Wird unter den im vorigen §. erwähnten Bedingungen, nachdem der Druck so beträchtlich gestiegen und die Pulsfrequenz so stark erniedigt ist, die künstliche Respiration wieder aufgenommen, so bleibt bei regelmässiger Fortsetzung derselben**) der Druck noch eine kurze Zeit hindurch erhöht (d. h. beträchtlich höher als der

---

*) Wo nicht ausdrücklich das Gegentheil angegeben ist, handelt es sich bei diesen Versuchen immer um Hunde von mittlerer Grösse.

**) Wo nicht ausdrücklich das Gegentheil angegeben ist, beträgt die Zahl der Einblasungen 15 in der Minute und ist das jedes Mal eingeblasene Luft-Volumen so gross, dass der Thorax um so viel erweitert wird wie bei einem durch eine kleine Morphium-Dose narcotisirten und spontan athmenden Thiere.

vor der Suspension beobachtete Druck) und die Pulsfrequenz erniedrigt (d. h. erheblich niedriger als die vor der Suspension beobachtete Frequenz); auch erscheinen dann die (den Einblasungen entsprechenden) respiratorischen Elevationen der Druckcurve bei Weitem höher als die vor der Suspension beobachteten, obgleich die Grösse der Einblasungen unverändert geblieben ist.

V.

Abgesehen von ihrer grösseren Höhe zeigen die nach einer solchen längeren Suspension auftretenden respiratorischen Elevationen noch zwei wichtige Veränderungen:

a) Ihre Schenkel, vor der Suspension gleich geneigt, haben jetzt eine verschiedene Neigung, dergestalt, dass der aufsteigende steiler erscheint als der absteigende.

b) Die Pulsfrequenz, vor der Suspension in beiden Schenkeln gleich gross, nimmt jetzt in dem absteigenden Schenkel jeder Elevation ab, im aufsteigenden zu, so dass sie gegen das untere Ende des absteigenden Schenkels ihr Minimum erreicht.

Beim Anblick dieser (den Einblasungen entsprechenden Elevationen wird man sofort an die zuerst von Ludwig dargestellten respiratorischen Elevationen spontan athmender Hunde erinnert, deren Athmung regelmässig und langsam von Statten geht.

VI.

Wird die Suspension der künstlichen Respiration nach der Einspritzung einer kleineren Worara-Dose von 4—6 Milligr. eingeleitet, also bei höherem Druck und geringerer Pulsfrequenz als in 3), dann beobachtet man ein langsameres Ansteigen des Druckes und eine raschere Abnahme der Pulsfrequenz. Hier kann die hochgradige Verminderung der Pulsfrequenz, welche man unter den in 3) angegebenen Bedingungen erst 3 Minuten nach Beginn der Suspension beobachtete, schon $1\frac{1}{2}$ Minuten nach Beginn derselben eintreten. Wird um diese Zeit die künstliche Respiration wieder aufgenommen, so dauert die Nachwirkung der Suspension auf Druck und Pulsfrequenz viel länger an. Man kann dann die in § 4. geschilderten respiratorischen Elevationen über 5 Minuten lang in äusserster Regelmässigkeit, bei fast constantem mittlerem Druck beobachten. Und was noch mehr hervorgehoben zu werden ver-

dient, es folgt diesem ersten Stadium der Nachwirkung der Suspension ein zweites, in welchem der Druck noch erhöht bleibt, während die Pulsfrequenz bereits wieder beträchtlich gewachsen und nahezu so gross geworden ist wie vor der Suspension.

VII.

Auch im Verlaufe solcher Suspensionen, welche bei Integrität der N. vagi (und nicht zu starker Worara-Vergiftung) unternommen werden, erscheinen, während der mittlere Druck in die Höhe geht und die Pulsfrequenz abzunehmen beginnt, grosse regelmässige periodische Schwankungen des Druckes in Gestalt langer und hoher Wellen, an denen die cardialen Elevationen als untergeordnete Erhebungen sichtbar sind.

VIII.

Es giebt zwei Arten solcher Wellen
a) solche mit gleichartigen und
b) andere mit ungleichartigen Schenkeln.

Bei den letzteren ist der aufsteigende Schenkel steiler als der absteigende und gleichzeitig die Pulsfrequenz im aufsteigenden weit grösser als im absteigenden Schenkel. Sie gleichen vollkommen den in § 4. beschriebenen respiratorischen Elevationen und also ebenfalls den zuerst von Ludwig dargestellten respiratorischen Elevationen spontan athmender Hunde, deren Athmung regelmässig und ruhig von Statten geht.

IX.

Wo während einer und derselben Suspension beide Arten von Wellen beobachtet werden, da erscheinen die mit ungleichartigen Schenkeln stets früher als die mit gleichartigen Schenkeln.

X.

Dass diese Wellen nicht durch etwa eintretende spontane Respirationen des Thieres hervorgerufen werden, davon kann man sich durch zwei Methoden auf das Bestimmteste überzeugen:

a) indem man das freie Ende einer durch die äusseren Bedeckungen in das Zwerchfell gestossenen langen Nadel beobachtet, oder indem man

b) zu dem Apparat für die künstliche Respiration eine gekrümmte Röhre hinzufügt, welche seitlich von der Trachea abgehend mit ihrem freien Ende unter Wasser taucht.

In den letzteren Fällen muss begreiflich die geringste Veränderung in der Spannung der Lungenluft entweder durch ein Aufsteigen des Wassers in die Röhre oder durch das Aufsteigen von Gasblasen in dem Wasserreservoir sich zu erkennen geben.

Ich habe häufig beide Methoden gleichzeitig zur Anwendung gebracht.

XI.

Die Zahl dieser Wellen in einer gegebenen Zeit ist immer kleiner als die Zahl der Einblasungen, welche man in demselben Zeitraum vor der Suspension gemacht hat, und häufig so beschaffen, dass sie in die letztere Zahl nicht aufgeht.

XII.

Lässt man bei intacten Vagis und bei ursprünglich niedrigem Druck und hoher Pulsfrequenz mehrere lange Suspensionen in kurzen Zwischenräumen auf einander folgen, aber eine neue Suspension nicht eher eintreten als bis Druck und Pulsfrequenz wieder constant geworden sind, und eine jede Suspension so lange fortdauern, bis der Druck sehr stark gesunken und die Pulsfrequenz sehr vermindert ist, dann beobachtet man Folgendes:

a) Jede Suspensionscurve zeigt einen langsam ansteigenden und einen steil abfallenden Abschnitt, von denen der erstere einen Zeitraum von 2—3 Minuten umfasst.

b) Die Dauer des ansteigenden Abschnitts wächst mit der Zahl der stattgehabten Suspensionen.

c) Die in den vorigen §§. erwähnten grossen periodischen Schwankungen erscheinen nur in dem ersten Abschnitt der Suspensionscurve und auf ihrem Gipfel.

d) Der Zeitraum, während dessen sie beobachtet werden, ist am ungleich kürzesten bei der ersten Suspension.

e) Der Zeitpunkt ihres Erscheinens rückt bei jeder folgenden Suspension immer näher an den Anfang der Suspensions-Curve.

f) Mit Ausnahme der ersten Suspensionscurve beobachtet man bei allen beide Arten von periodischen Schwankungen, d. h. solche mit ungleichartigen und solche mit gleichartigen Schen-

keln; die letzteren schliessen sich ohne Unterbrechung an die ersteren an.

g) Die Pulsfrequenz beginnt schon gegen Ende des ersten Abschnittes der Suspensionscurve wieder zuzunehmen.

h) Im absteigenden Abschnitt jeder Suspensionscurve tritt von Neuem eine beträchtliche Abnahme der Pulsfrequenz ein.

i) Der letzte Theil des absteigenden Abschnitts gestaltet sich bei allen Suspensionscurven nahezu sowie bei den Suspensionscurven, die man nach Durchschneidung der N. vagi erhält. Auch die früher erwähnten „zweispitzigen Wellen“ können hier zum Vorschein kommen.*)

k) Bei der Wiederaufnahme der künstlichen Respiration steigt der Druck unter beträchtlicher Zunahme der Pulsfrequenz rasch in die Höhe und immer zunächst über das Niveau des Druckes, der von der Suspension beobachtet wurde. Auch diese Erscheinung unterscheidet sich in nichts Wesentlichem von dem, was man unter denselben Bedingungen nach Durchschneidung der Vagi beobachtet.

XIII.

In den Zwischenzeiten der im vorigen § beschriebenen Suspensionen beobachtet man kurz nach Wiederaufnahme der künstlichen Respiration ein Phänomen, welchem wir später noch einmal begegnen werden, wo von den Erscheinungen die Rede sein wird, die man am Circulations-Apparat bei regelmässigen Einblasungen eines CO_2-reichen und gleichzeitig O-haltigen Gasgemenges wahrnimmt.

Um dieses Phänomen verständlich beschreiben zu können, müssen wir die Zeit zwischen dem Ende der einen und dem Beginn der nächstfolgenden Suspension in sechs Abschnitte zerlegen.

In dem ersten nur wenige Secunden langen Abschnitt bleibt, trotz der Wiederaufnahme der künstlichen Respiration, Druck und Pulsfrequenz fast unverändert.

Dann folgt ein erheblich längerer aber auch höchstens nur $\frac{1}{4}$ Minute umfassender Zeitabschnitt, in welchem der Druck unter plötzlicher starker Zunahme der Pulsfrequenz rasch in die Höhe geht.

---

*) Diese „zweispitzigen Wellen“ und ihre Theorie sollen Gegenstand einer besonderen Mittheilung werden. Gegenwärtig will ich nur so viel bemerken, dass sie der Ausdruck einer minimalen Erregung des regulatorischen Herznervensystems sind.

Auf diesen folgt wiederum ein kürzerer Zeitraum, während dessen unter fortdauernd hoher Pulsfrequenz und bei hohem Drucke regelmässige den Einblasungen entsprechende respiratorische Elevationen erscheinen, welche sich nur wenig von denen unterscheiden, die unmittelbar vor der Suspension beobachtet wurden.

Etwas länger ist der vierte, in welchem unter Absinken des Druckes und beträchtlicher Abnahme der Pulsfrequenz auch noch regelmässige den Einblasungen streng entsprechende respiratorische Elevationen beobachtet werden.

Dann kommt ein mehrere Minuten langer fünfter Zeitraum, in welchem die Druckcurve trotz regelmässiger Fortsetzung der künstlichen Respiration eigenthümlich gestaltete lange und hohe Wellen zeigt, die weit länger und höher sind als die vorher beobachteten respiratorischen Elevationen. Man kann an jeder dieser grossen Wellen einen aufsteigenden Schenkel mit hoher und einen absteigenden Schenkel mit niedriger Pulsfrequenz unterscheiden, und an jedem Schenkel sind (abgesehen von den cardialen Elevationen) untergeordnete Erhebungen sichtbar, deren Länge nahezu der Länge entspricht, welche die gewöhnlichen respiratorischen Elevationen besitzen. Der mittlere Druck sinkt während dieses Zeitraums nur sehr langsam.

Im sechsten und letzten Zeitraume beobachtet man während einiger Minuten bei niedrigem aber constantem Druck wieder vollkommen regelmässige respiratorische Elevationen, welche streng mit den Einblasungen harmoniren, und bei hoher Pulsfrequenz einen vollkommen regelmässigen Puls, also Alles sowie zu der Zeit vor der ersten Suspension.

XIV.

Werden, nachdem im Verlauf einer Suspension eine starke Verminderung der Pulsfrequenz eingetreten ist, die Nn. vagi durchschnitten, dann steigt der Druck unter rascher und beträchtlicher Zunahme der Pulsfrequenz ebenfalls rasch und beträchtlich in die Höhe. Bei weiterer Fortsetzung der Suspension sieht man den Druck noch weiter, aber langsamer in die Höhe gehen, überhaupt aber Druck und Pulsfrequenz sich so verhalten wie bei einer nach Durchschneidung der Vagi unternommenen Suspension.

XV.

Ging der Durchschneidung der Vagi eine Suspension vorher, in deren Verlauf die in §. 7 beschriebenen Wellen mit ungleich-

artigen Schenkeln zum Vorschein kamen, dann sieht man während der ersten Suspension, die nach der Durchschneidung der Vagi unternommen wird, um die Zeit, wo jene Wellen erschienen waren, an ihrer Stelle die in §. 1 angedeuteten und bereits früher von mir beschriebenen langen „wellenförmigen“ Schwankungen mit gleichartigen Schenkeln eintreten.

XVI.

Bewirken, bei Integrität der Vagi, die Einblasungen regelmässige respiratorische Elevationen mit zu- und abnehmender Pulsfrequenz und ungleicher Steilheit der Schenkel (wie die in §. 5 beschriebenen), dann hat die Durchschneidung der Vagi zur Folge nicht nur:

a) eine beträchtliche Zunahme der Pulszahl, und

b) Gleichheit der Pulsfrequenz in beiden Schenkeln der respiratorischen Elevationen, sondern auch

c) eine beträchtliche Abnahme der Höhe dieser Elevationen; überdies wird

d) der absteigende Schenkel steiler als der aufsteigende, während vorher das Umgekehrte der Fall war.

XVII.

Ist bei Integrität der Vagi und geringer Worara-Narcose in Folge einer kürzeren Suspension eine beträchtliche Verminderung der Pulsfrequenz eingetreten und gleichzeitig der Druck ein mehr als mittelhoher, dann beobachtet man bei wiederholter Suspension:

a) dass zwar die Pulsfrequenz gleich von vornherein etwas abnimmt, aber schon kurze Zeit nach Beginn der Suspension nicht weiter vermindert wird;

b) dass selbst zwei Minuten nach Beginn der Suspension noch keine periodischen Schwankungen des Druckes auftreten, die bei der kurz vorhergegangenen Suspension sich schon nach einer Minute eingestellt hatten;

c) dass der mittlere Druck in den ersten zwei Minuten linear in die Höhe geht.

XVIII.

Ganz dasselbe beobachtet man, wenn unter dem Einfluss der Digitalis oder des kohlensauren Natrons die Pulsfrequenz beträchtlich vermindert und der Druck stark erhöht ist.*)

XIX.

Erwähnenswerth ist schliesslich noch eine Erscheinung, welche man häufig im Beginn solcher Suspensionen wahrnimmt, die bei geringer Worara-Narcose unternommen werden.

Es kommt gleich im Beginn dieser Suspensionen eine Welle mit ungleichartigen Schenkeln zum Vorschein, welche erheblich länger ist, als die der Suspension vorhergegangenen respiratorischen Elevationen. Der Druck steigt Anfangs bis zu dem Punkte, wo die neue Einblasung hätte beginnen sollen, ganz so wie bei den vorhergegangenen respiratorischen Elevationen. Von hier ab aber fällt er langsamer und durch längere Zeit, unter gleichzeitiger Abnahme der Pulzfrequenz, bis er schliesslich etwa das Niveau des vor der Suspension beobachteten mittleren Druckes erreicht hat. Hiernach beobachtet man abermaliges lineares Steigen mit abermaliger aber sehr langsamer Abnahme der Pulsfrequenz. Auf diesen zweiten Zeitabschnitt, der eine erheblich grössere Dauer hat, als der erste, folgt dann ein dritter, in welchem der Druck rascher zu- und die Pulsfrequenz rascher abnimmt unter beträchtlicher Erhöhung der cardialen Elevationen. Erst in diesem dritten Zeitraum oder etwas später erscheinen die im § 6. geschilderten regelmässigen periodischen Schwankungen.

B.

Ueber einige Erscheinungen am Circulationsapparat, welche man bei gesteigertem Lungengaswechsel beobachtet.

XX.

Dass man bei gesteigertem Lungengaswechsel ein Thier völlig apnoëtisch machen kann, hat bekanntlich vor geraumer Zeit zuerst ein englischer Arzt Hook beobachtet.

*) Das lineare Ansteigen des mittleren Druckes ist also eine Erscheinung, welche man sowohl bei starker Worara-Narcose als bei starker Erregung des regulatorischen Herznervensystems beobachtet.

Einen Herzstillstand in der Diastole auf dieselbe Weise hervorzubringen, ist mir bis jetzt nur einige Male und jedes Mal nur dann geglückt, wenn bei sehr niedrigem Druck im Aortensystem (in Folge starker Ermüdung oder Abkühlung des Herzens) die Wirksamkeit des regulatorischen Herznervensystems sei es in Folge der Durchschneidung der Nn. vagi oder auf andere Weise aufgehoben war (vgl. Medicin. Central-Zeitung 19. November 1862, p. 738, § 45).

XXI.

Liess ich in den Fällen, wo es mir glückte, einen solchen Herzstillstand durch häufige Einblasungen hervorzurufen, abwechselnd bald auf diese Weise bald durch electrische Reizung der Vagi den Stillstand bewirken, dann unterschieden sich die kymographischen Abbildungen beider Diastolen in keinem wesentlichen Punkte, wohl aber die Zeiträume, welche den Diastolen folgten.

Nach dem apnoëtischen Stillstande stieg der Druck unter rascher, nach dem anderen unter nur allmäliger Zunahme der Pulsfrequenz.

XXII.

Was ich sonst von den Wirkungen häufiger Einblasungen auf Druck und Pulsfrequenz bei durchschnittenen Vagis beobachtet habe, ist an dem angeführten Orte (Medicin. Central-Zeitung 26. März 1862, p. 194 und 195) mitgetheilt.

XXIII.

Werden ohne vorhergegangene Durchschneidung der Nn. vagi, bei mittelhoher Pulsfrequenz und etwa mittelhohem Druck, (statt der gewöhnlichen 15) 30—60 Einblasungen in der Minute gemacht, dann beobachtet man stets und sehr bald eine beträchtliche Zunahme der Pulsfrequenz und gewöhnlich auch eine, aber verhältnissmässig geringe Abnahme des mittleren Druckes. In einzelnen Fällen wird derselbe sogar etwas erhöht.

XXIV.

Ist bei starker Worara-Narcose unter dem Einfluss der Digitalis die Pulsfrequenz erheblich vermindert und der Druck mässig gesteigert worden, dann bewirken häufige Einblasungen ebenfalls eine bedeutende Zunahme der Pulsfrequenz, und stets sinkt, aber verhältnissmässig weit weniger, auch der Druck.

XXV.

Dagegen ist die Wirkung häufiger Einblasungen sowohl auf den Druck als auf die Pulsfrequenz äusserst gering, fast null, wenn es sich um eine intensive Digitalis-Wirkung handelt, d. h. wenn unter dem Einfluss dies Mittels die Pulsfrequenz sehr bedeutend vermindert und der Druck stark erhöht, und gleichzeitig jede Andeutung von respiratorischen Elevationen verschwunden ist.*).

XXVI.

Einige Male habe ich Gelegenheit gehabt, auch die Wirkungen sehr häufiger spontaner Respirationen auf Pulsfrequenz und Druck in präciser Weise zu beobachten, nämlich an Thieren, die, durch *Morph. acetic.* betäubt und, für gewöhnlich langsam athmend, durch irgend welchen Zufall zu häufigen Respirationen veranlasst wurden. Die Wirkung dieser häufigen spontanen Respirationen unterschied sich in Nichts von der in § XXIII. beschriebenen Wirkung häufiger Einblasungen.

XXVII.

Ferner pflegen Thiere nach Eröffnung der Trachea in der Regel sehr häufig zu athmen. Auch unter dieser Bedingung beobachtet man stets eine sehr grosse Pulsfrequenz.

XXVIII.

Unter den § XXIII., XXVI. und XXVII. erwähnten Bedingungen werden die respiratorischen Elevationen nicht nur kürzer,

*) Ich benutze diese Gelegenheit zu einer Bemerkung über die Gestalt, welche die (den Einblasungen entsprechenden) respiratorischen Elevationen bei verschiedener Erregung des regulatorischen Herznervensystems zeigen. Ist dieses (unter dem Einfluss einer stärkeren Worara-Dose) ganz unwirksam geworden, dann verhalten sich die respiratorischen Elevationen wie nach Durchschneidung der Vagi (vergl. Central-Zeitung *l. c.*). Bei mässiger Erregung des regulatorischen Nervensystems sieht man respiratorische Elevationen, welche mit den § IV. dieser Mittheilung beschriebenen übereinstimmen; bei stärkerer Erregung: hohe respiratorische Elevationen, welche den § VII. erwähnten Wellen mit gleichartigen Schenkeln ähnlich sind. Bei stärkster Erregung (wie eben in Folge starker Digitalis-Einwirkung, oder starker Einwirkung von kohlensaurem Natron) verschwindet jede Andeutung von respiratorischen Elevationen und verhalten sich die sehr hoch gewordenen cardialen Elevationen wie die von Ludwig abgebildeten cardialen Elevationen beim Pferde.

sondern auch niedriger, und bei sehr grosser Frequenz der Einblasungen oder Athemzüge verschwinden sie fast ganz.

XXIX.

Ausser den cardialen und respiratorischen Elevationen zeigt die Druckcurve bei häufigen Einblasungen oder Athemzügen noch eine dritte Art periodischer Schwankungen in Form sehr langer und sehr niedriger Wellen (2—3 in einer Minute), an denen jene beiden Arten von Elevationen als untergeordnete Erhebungen erscheinen.

XXX.

Folgt auf häufige oder sehr voluminöse Einblasungen, nachdem dieselben mehrere Minuten lang fortgesetzt wurden, eine längere Suspension, dann kann die Pulsfrequenz während derselben einen ungewöhnlich niedrigen Stand erreichen; auch erscheinen während einer solchen Suspension ungleichschenklige periodische Schwankungen von colossaler Gestalt.

XXXI.

Nach Durchscheidung der Vagi verschwinden diese colossalen periodischen Schwankungen sofort, unter enormer Zunahme der Pulsfrequenz und des mittleren Druckes.

C.

Von den Erscheinungen, welche man am Circulations-Apparat bei Einblasungen von Wasserstoff oder von Sauerstoff oder eines Gasgemenges aus Kohlensäure, Sauerstoff und Stickstoff beobachtet.†)

XXXI a.

Einblasungen von reinem Sauerstoffgas haben ganz dieselben Wirkungen wie die Einblasungen von atmosphärischer Luft.

XXXII.

Wenn bei Integrität der Nn. vagi, bei niedrigem Druck und mittlerer Pulsfrequenz Einblasungen von Wasserstoff gemacht werden,

†) Abgedruckt aus der „Allg. medicinischen Central-Zeitung“, Jahrg. 1863, Stück 98, d. d. 9. December.

dann beobachtet man eine beträchtliche Zunahme der Pulsfrequenz, anfangs unter leichter Erhöhung, dann unter Erniedrigung des Druckes.

XXXIII.

Wird nach längere Zeit fortgesetzten Hydrogen-Einblasungen, in Folge deren schliesslich eine beträchtliche Zunahme der Pulsfrequenz und eine erhebliche Abnahme des Druckes eingetreten ist, die künstliche Respiration einige Minuten lang mit atmosphärischer Luft fortgesetzt und dann so lange unterbrochen, bis der Druck erheblich gestiegen und die Pulsfrequenz beträchtlich verlangsamt ist, dann tritt kurze Zeit nach Wiederaufnahme der künstlichen Respiration unter Abnahme des Druckes eine enorme Vermehrung der Pulsfrequenz ein. Aber unter dem Einfluss fortgesetzter Einblasungen von atmosphärischer Luft sieht man die so beträchtlich gesteigerte Pulsfrequenz wieder abnehmen, und spätere Suspensionen können dann wieder eine sogar bedeutende Erniedrigung der Pulsfrequenz herbeiführen.

XXXIV.

Macht man bei nahezu mittelhohem Druck und mittlerer Pulsfrequenz (c. 104) 15 Einblasungen (in der Minute) von einem Gasgemenge, das 14 % CO_2 und mehr O enthält als die atmosphärische Luft, dann beobachtet man nach einem kurzen (circa $\frac{1}{3}$ Minuten langen) Stadium, in welchem der mittlere Druck nahezu linear in die Höhe geht, anfangs unter Zu-, dann unter Abnahme der Pulsfrequenz, ein längeres zweites Stadium, in welchem der Druck abnimmt, anfangs unter beträchtlicher Abnahme der Pulsfrequenz, dann unter Zunahme derselben. Am Ende dieses Stadiums (nach Verlauf von 5 Minuten) ist der Druck niedriger und die Pulsfrequenz höher als vor der Einblasung.

XXXV.

Macht man dieselben Einblasungen nach Durchschneidung der Nn. vagi, so beobachtet man, nach einem vorübergehenden Sinken des Druckes ein längeres Stadium, in welchem derselbe anfangs rasch, dann langsamer in die Höhe geht unter geringer Abnahme der Pulsfrequenz.

XXXVI.

Macht man unter den § XXXIV. erwähnten Bedingungen (also bei Integrität der Vagi, c. mittelhohem Druck und mittlerer Pulsfrequenz) regelmässige Einblasungen (15 in der Minute) aus einem Gasgemenge, das 20% CO_2 und mehr O als die atmosphärische Luft enthält, dann beobachtet man nach einem kurzen (kaum eine Min. langen) Stadium, in welchem der mittlere Druck continuirlich steigt, die Pulsfrequenz nur wenig sinkt, die Gestalt und Grösse der respiratorischen Elevationen unverändert bleibt, ein langes zweites Stadium, in welchem

a) die Pulsfrequenz unregelmässig und vermindert erscheint,

b) der mittlere Druck erhöht ist,

c) die respiratorischen Elevationen trotz unverändert gebliebener Regelmässigkeit und Zahl der Einblasungen sehr unregelmässig werden. — Innerhalb einer Minute erscheinen dann vier lange und sehr hohe Wellen, an denen sich kleinere, welche nahezu die Länge der gewöhnlichen respiratorischen Elevationen besitzen, als Wellen, zweiter Ordnung markiren. An jeder der hohen Wellen unterscheidet man einen kürzeren steil ansteigenden Schenkel mit hoher Pulsfrequenz, einen breiten Gipfel mit niedriger Pulsfrequenz und einen sehr langen absteigenden Schenkel, der nur im Anfange steil abfällt.

Wir haben hier mit einem Worte dieselbe Erscheinung vor uns, welche bereits in § XIII. beschrieben ist.

XXXVII.

Macht man unter denselben Bedingungen (i. e. bei Integrität der Nn. vagi, mittelhohem Druck und mittelgrosser Pulsfrequenz) Einblasungen (15 in der Minute) aus einem Gasgemenge, das 32% Co_2 und mehr O als die atmosphärische Luft enthält, dann beobachtet man nach einem kurzen (kaum $\frac{1}{3}$ Min. langen) Stadium, in welchem der mittlere Druck unter Zunahme der Pulsfrequenz continuirlich steigt, ein längeres 2. Stadium (das über 2 Minuten dauert), in welchem der Druck unter Abnahme der Pulsfrequenz wieder sinkt. Am Ende dieses zweiten Stadiums ist der Druck noch etwas höher, die Pulsfrequenz dagegen bedeutend niedriger als vor Beginn der Co_2-Einblasungen. Während beider Stadien beobachtet man deutlich ausgeprägte respiratorische Elevationen, welche streng den

Einblasungen entsprechen, aber gegen Ende des 2. Stadiums ist der aufsteigende Schenkel jeder Elevation steiler geworden als der absteigende, während vor Beginn der Einblasungen das Umgekehrte der Fall war.

Auf das zweite folgt ein drittes Stadium, in welchem statt der vorher beobachteten 15 respiratorischen Elevationen in der Minute nur 8 lange Wellen mit ungleichartigen Schenkeln erscheinen. Die Höhe dieser Wellen ist mehr denn doppelt so gross als die Höhe der von den CO_2-Einblasungen beobachteten respiratorischen Elevationen; der aufsteigende Schenkel kürzer und steiler als der absteigende, die Pulsfrequenz in dem aufsteigenden Schenkel bedeutend grösser als in dem absteigenden. Die einzelnen Wellen gleichen einander in Bezug auf Länge, Höhe und Gestalt so sehr, dass sie nahezu congruent erscheinen.

Von den im vorigen § beschriebenen hohen Wellen unterscheiden sich diese durch ihre grosse Regelmässigkeit, sowie auch dadurch, dass sie ausser den cardialen Elevationen keine Andeutung von untergeordneten Wellen zeigen. Sie verhalten sich mit einem Worte durchaus so, wie die regelmässigen ungleichschenkligen respiratorischen Elevationen spontan, dabei langsam und regelmässig athmender Hunde.

Unterbricht man in diesem Stadium die Co_2-Einblasungen und macht statt derselben wieder gleich grosse Einblasungen (15 in der Minute) von atmosphärischer Luft, so sinkt der mittlere Druck schon nach wenigen Secunden und statt der beschriebenen colossalen Wellen erscheinen wieder die kleinen, den Einblasungen streng entsprechenden respiratorischen Elevationen, welche wie die vor den CO_2-Einblasungen beobachteten einen steil abfallenden und einen sanft aufsteigenden Schenkel und gleiche Pulsfrequenz in beiden Schenkeln zeigen. Der Druck und die Pulsfrequenz bleiben noch einige Zeit etwas niedriger als vor den Co_2-Einblasungen.

XXXVIII.

Werden unter den zuletzt (am Ende des vorigen §) erwähnten Bedingungen die Nn. vagi durchschnitten, dann beobachtet man wie gewöhnlich eine starke Zunahme des Druckes und der Pulsfrequenz. Nimmt man dann einige Minuten nach der Vagi-Durchschneidung, nachdem Druck und Pulsfrequenz nahezu constant geworden sind, die Co_2-Einblasungen (immer 15 in der Minute und von derselben Grösse wie die früheren) wieder auf, so sieht man nahezu denselben

Erfolg, wie in § XXXV. Der Druck steigt (nach einem vorübergehenden Sinken) unter geringer Abnahme der Pulsfrequenz. Die respiratorischen Elevationen bleiben dabei nahezu unverändert.

XXXIX.

Macht man bei Integrität der Vagi, circa mittelhohem Druck und mittelgrosser Pulsfrequenz Einblasungen (15 in der Minute) aus einem Gasgemenge, das 75% CO_2 und mehr O als die atmosphärische Luft enthält, so beobachtet man anfangs ein rasches Steigen des Druckes unter beträchtlicher Zunahme der Pulsfrequenz; dann sinkt er unter enormer Abnahme der Pulsfrequenz selbst unter das vor den Einblasungen beobachtete mittlere Niveau. Die respiratorischen Elevationen, während des Ansteigens der Druckcurve sich streng nach den Einblasungen richtend, aber höher und ungleichschenklig werdend, verschwinden schliesslich ganz.

D.

Schlussfolgerungen aus den bis jetzt von mir veröffentlichen Versuchen.

I.

Der natürliche Erreger der beiden respiratorischen Nerven-Centra, und der Centra des regulatorischen und musculatorischen Herznervensystems ist die im Blute gelöste Kohlensäure.

II.

Die Wirkung der CO_2 auf das inspiratorische Nervensystem und auf das regulatorische Herznervensystem wächst mit dem Sauerstoffgehalt des Blutes.

III.

Die Wirkung des regulatorischen Herznervensystems wächst mit der Ermüdung des Herzmuskels.

IV.

Das Herz kann auch ohne Athembewegungen eine periodische Thätigkeit zeigen, der ähnlich, welche bis jetzt nur unter dem Einfluss der Athembewegungen beobachtet wurde.

V.

Durch äusserste Erregung des regulatorischen Herznervensystems kann diese Periodicität zum Verschwinden gebracht werden.

VI.

Unter denselben Bedingungen wie bei Integrität der Vagi kann man eine Periodicität der Herzthätigkeit auch nach Durchschneidung der Vagi beobachten.

VII.

Auch diese verschwindet bei starker Erregung des musculomotorischen Herznervensystems.*)

VIII.

Durch Kohlensäureanhäufung im Blute bei normalem Gehalt desselben an O**) lassen sich von den Athembewegungen unabhängige Perioden, wie die sub 4 beschriebenen hervorbringen. Ueberschreitet aber die Kohlensäureanhäufung ein gewisses Maximum oder sinkt sie unter ein gewisses Maximum, dann kommen keine solche Perioden zu Stande.

IX.

Die von den Athembewegungen abhängige Periodicität hat nichts mit den Druckveränderungen gemein, welche durch die Athembewegungen hervorgerufen werden.

X.

Sowohl die von den Athembewegungen unabhängige als die von ihnen abhängige Periodicität der Herzthätigkeit beruht auf der Gegenwirkung von 3 Bedingungen. Diese sind:

---

*) Diesen Satz beweise ich mit Hülfe der Digitalis. Spritzt man bei durchschnittenen Vagis nach einer Suspension, in deren Verlauf regelmässige periodische Schwankungen des Blutdruckes erschienen waren, eine mässig starke Digitalis-Dose ein, dann zeigen sich bei der nächstfolgenden Suspension keine Perioden. Und spritzt man eine solche Digitalis-Dose noch während des Verlaufs einer Suspension ein zur Zeit, wo die Perioden auftreten, dann können diese zum Verschwinden gebracht werden.

**) Ich setze, auf die Untersuchungen von Regnault und Reiset mich stützend, voraus, dass, gleichgiltig welcher Ueberschuss von O dem Blute dargeboten wird, doch von demselben nicht mehr chemisch gebunden wird, als bei genügender Zufuhr von atmosphärischer Luft.

a) die erregende Wirkung, welche die CO_2 auf das regulatorische und musculomotorische Herznervensystem ausübt;

b) die Zu- und Abnahme der Erregbarkeit des regulatorischen Herznervensystems mit der Zu- und Abnahme des Sauerstoff-Zuflusses zur Medulla oblongata;

c) die Zu- und Abnahme des Widerstandes, den der Herzmuskel den Impulsen des musculo-motorischen Nervensystems entgegengesetzt, mit der Ab- und Zunahme des Sauerstoff-Zuflusses zu der Muskelsubstanz.

Der Druck sinkt unter Verminderung der Pulsfrequenz, wenn die Erregbarkeit des regulatorischen Nervencentrums wächst durch vermehrte Sauerstoffzufuhr zur Medulla oblongata, und wenn der Widerstand, den der Herzmuskel den Impulsen des musculo-motorischen Herznervensystems entgegensetzt, wächst mit der Verminderung der Sauerstoff-Zufuhr zur Muskelsubstanz des Herzens.

Der Druck steigt unter Zunahme der Pulsfrequenz, wenn die Erregbarkeit des Herzmuskels wächst mit der Zunahme des Sauerstoffs zur Muskelsubstanz des Herzens und wenn die Erregbarkeit des regulatorischen Herznervencentrums abnimmt durch verminderten Zufluss von Sauerstoff zur Medulla oblongata.*)

E.

Hypothesen.

I.

Dass die Gefässbahnen, welche der *Medulla oblongata* arterialisirtes Blut zuführen um vieles länger sind als diejenigen, welche das nämliche Blut dem Herzmuskel (und seinem gangliösen Nervensysteme) zuführen, bedarf keines Beweises.

Aus dieser Anordnung folgt aber mit Nothwendigkeit, dass das Maximum der Erregbarkeit des Herzmuskels (und des in seinem Innern gelegenen gangliösen Nervensystems) um ein beträchtliches früher eintreten muss als das Maximum der Erregbarkeit der *Medulla oblongata.*

Und hiernach wird begreiflich, warum der Einfluss der Inspiration sich zunächst am Herzen (d. i. am Herzmuskel und dem

---

*) Im ersteren Fall handelt es sich wegen verminderter Sauerstoffzufuhr zum Herzen wahrscheinlich auch noch um verminderte Erregbarkeit des musculomotorischen Nervensystems und im zweiten wegen vermehrter Sauerstoffzufuhr um erhöhte Erregbarkeit desselben Nervensystems.

musculomotorische Nervensystem) und viel später erst in der *Medulla oblongata* kund giebt.

II.

Die Verschiedenheit der Spannungscurve des Pferdes von der des Hundes, die ebenfalls zuerst von Ludwig beobachtet ist, erkläre ich mir aus dem weit grösseren Gehalt des Pferdeblutes an CO_2. Diese erreicht bei Pferden wahrscheinlich jenes Maximum, durch welches wir auch beim Hunde jede Periodicität vernichten können.

III.

Die Perioden, welche bei Suspension der künstlichen Respiration erscheinen, wären nach unseren Principien folgendermassen zu erklären.

Während der Suspension wächst der CO_2-gehalt des Blutes mit abnehmender Geschwindigkeit und sinkt sein Sauerstoffgehalt.

Durch den zunehmenden CO_2-gehalt wird zunächst das musculomotorische Herznervensystem stärker erregt, mithin wächst die Pulsfrequenz und der Druck; bald tritt ein Zeitpunkt der Ermüdung für den Herzmuskel ein, während dessen hat aber die Erregung des regulatorischen Herznerven-Centrums ihr Maximum arreicht, nun sinkt der Druck unter Abnahme der Pulsfrequenz. Das abermalige Steigen des Druckes und der Pulsfrequenz erklärt sich aus der Ermüdung des regulatorischen Herznervencentrums, während das nun wieder erregbarer gewordene musculomotorische Nervensystem durch die grösser gewordene CO_2-Menge in stärkere Thätigkeit versetzt wird etc.

Hat im Verlaufe der Suspension die CO_2-Anhäufung im Blute ein Maximum erreicht, dann verschwindet alle Periodicität etc.

Nicht minder leicht sind die Perioden zu erklären, welche im Verlaufe der nach Durchschneidung der Nn. vagi unternommenen Suspension erscheinen.

IV.

Um das inspiratorische Nervencentrum in Thätigkeit zu versetzen, bedarf es einer grösseren CO_2-Menge als zur wirksamen Erregung des regulatorischen Herznervensystems und zur wirksamen Erregung des regulatorischen Nervensystems bedarf es einer grösseren CO_2-Menge als zur Erregung des musculo-motorischen Herznerven-

systems. Diese Verschiedenheit beruht sehr wahrscheinlich auf der verschiedenen Länge der centrifugalen Nervenbahnen dieser Herznervensysteme und auf der davon abhängigen verschiedenen Grösse der Widerstände, welche sich der Fortpflanzung der Impulse vom Centrum zur Peripherie entgegensetzen.

V.

Der natürliche Erreger der vitalen Nervensysteme, die Kohlensäure, wirkt wahrscheinlich bei keinem direct auf den Central-Apparat, sondern bei allen vieren auf das peripherische Ende centripetaler Nervenfasern, welche ihre Erregung also mittelst des gangliösen Centrums auf die aus diesem Centrum abgehenden centrifugalen Fasern übertragen.*)

VI.

Eine Erregung des regulatorischen Herznerven-Centrums und des inspiratorischen Nerven-Centrums ist wahrscheinlich von jedem mit sensiblen Nervenfasern versehenen Theile und vielleicht sogar auch durch Erregung sensorieller Nervenfasern möglich.

VII.

Es giebt kein Agens, welches auf das eine der beiden Herznervensysteme wirkt, ohne gleichzeitig das andere zu afficiren.

---

*) Hierher gehört auch folgende von mir beobachtete Thatsache. Wird bei einem durch Worara narcotisirten Thiere die künstliche Respiration unterhalten, dann kann man durch Berührung der Cornea oder der Nasenschleimhaut mit einem Glasstabe, ohne dass das Thier eine Spur von Bewegung macht, ein erhebliches obwohl rasch vorübergehendes Absinken des Druckes und der Pulsfrequenz bewirken.

XV.

Bemerkungen

zu den in No. 89 der Allgemeinen medicinischen Central-Zeitung veröffentlichten „Experimentellen Beiträgen“ des Herrn Dr. Landois.†)

In seinen eben erst zu meiner Kenntniss gelangten: „Experimentellen Beiträgen“ (Medicin. Central-Zeitung vom 7. November 1863) glaubt Herr L. aus zwei Versuchen, deren jeden er mehrere Male mit demselben Erfolg wiederholt habe, die „wohlbegründeten“ Schlüsse ziehen zu können, dass:

> „die im Blute bei beeinträchtigtem Gaswechsel sich an-
> „sammelnde CO_2 in doppelter Beziehung reizend wirke,
> „sowohl auf die im Herzen selbst belegenen Ursachen der
> „Herzbewegung, als auch auf das Centrum der Hemmungs-
> „nerven des Herzens, den *N. vagus*, und
> „dass die CO_2 ihre Macht vornehmlich auf das verlängerte
> „Mark entfalte (daher als Symptome der Reizung des *Vagus*
> „die forcirten Athembewegungen, die Convulsionen, die
> „Verminderung des Herzschlages).“

Die beiden Versuche selbst lauten:

Nr. 1: „Wird bei Thieren (Säugethieren und Fröschen) das Blut bei völlig unversehrten *Nn. vagis* mit CO_2 auf irgend eine Weise überladen, so nehmen sehr schnell die Pulsschläge in enormer Weise an Frequenz ab. Werden während dieses Zustandes der Verminderung beide *Vagi* durchschnitten, so steigt im Momente der Durchschneidung des letzten *Vagus* ganz constant die Pulsfrequenz um das Einfache, Doppelte, Dreifache an Zahl.“

(Wie aus den angeführten Einzelnversuchen erhellt, bewirkt Hr. L. die Ueberladung des Blutes mit CO_2 immer nur durch Behinderung des Lungen-Gaswechsels.)

Nr. 2: „Wird bei Kaninchen, die nicht vorher betäubt sind,

---

†) Abgedruckt aus der „Allgem. Medicin. Central-Zeitung“ Jahrgang XXXII, Stück 99, d. d. 12. December 1863.

die künstliche Respiration vollzogen, nachdem beide *Vagi* blossgelegt sind, und werden nun bei stets gleichwirkender künstlicher Respiration beide *Nn. vagi* durchschnitten, so tritt niemals und zwar ganz constant niemals eine Beschleunigung der Pulse auf."

Gegenüber diesen Schlüssen und Versuchen erlaube ich mir zu bemerken:

1) Versuche aus denen hervorgeht, dass bei beeinträchtigtem Gaswechsel das regulatorische und musculomotorische Herznervensystem in stärkere Erregung versetzt werden, sind bereits vor Herrn L., überdies vollständiger (da neben der Pulsfrequenz auch der Blutdruck berücksichtigt wurde) und in einer tadelfreieren Art von mir angestellt worden.

So heisst es in meiner ersten Mittheilung, welche den Titel führt: Versuche über den Einfluss des Lungengaswechsels auf die Herzthätigkeit (Medicin. Central-Zeitung, 26. März 1862) unter der Ueberschrift: Ueber den Einfluss des Lungenwechsels auf das dem Einfluss der *Nn. vagi* entzogene Herz:

„Ist bei regelmässig unterhaltener künstlicher Respiration der mittlere Druck im Aortensystem (wenigstens nahezu) constant geworden, dann hat das Aufhören der Einblasungen (mit anderen Worten: die Suspension der künstlichen Respiration) stets ein Steigen des mittleren Druckes zur Folge;"

ferner in der Fortsetzung dieser Mittheilung (l. c. 19. November 1862).

„Werden (sc. bei durchschnittenen *Vagis*) mehrere sehr lange Suspensionen gemacht, dergestalt dass jede neue Suspension erst dann eingeleitet wird, nachdem Druck und Pulsfrequenz wieder constant geworden sind, dann zeigt sich, dass bei den ersten Suspensionen die Pulsfrequenz ununterbrochen (anfangs langsamer, dann schneller) bis zur Acme steigt etc.

Eine dritte hierher gehörige Stelle findet sich in einer vorläufigen Mittheilung) welche den Titel führt: Versuche über den Einfluss des Worara-Giftes auf die Herzthätigkeit (Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften No. 4 und 5 (vom 24. und 31. Januar 1863). Hier heisst es p. 19:

„Ist in Folge starker Worarawirkung bei Integrität der *Nn. vagi* die Pulsfrequenz bedeutend vermehrt und der Druck erniedrigt, dann kann eine längere Suspension der künstlichen Respiration nicht nur den Druck beträchtlich steigern, sondern auch eine beträchtliche Verminderung der Puls-

frequenz herbeiführen. Mit der Abnahme der Pulsfrequenz wächst die Höhe der cardialen Elevationen."

„Werden im Verlaufe solcher Suspensionen, zu der Zeit wo der Druck im Steigen und die Pulsfrequenz in starker Abnahme begriffen sind, die *Nn. vagi* durchschnitten, dann erfolgt eine plötzliche und starke Zunahme der Pulsfrequenz und gleichzeitig beobachtet man ein weit rascheres Ansteigen des Druckes."

Ich halte diese Versuche für tadelfreier als die des Herrn Landois, weil nichtvergiftete Thiere, die ersticken, neben der Verminderung der Pulsfrequenz, wie ja Hr. L. selbst bemerkt, auch forcirte Athembewegungen zeigen und überdies in Convulsionen gerathen. Was könnte Herr L. denen entgegnen, welche es für möglich halten, dass jene Verminderung der Pulsfrequenz lediglich das Product dieser forcirten Athembewegungen und Convulsionen sei? — In der That sieht man, zumal nach den neueren Thatsachen von Goltz und Bernstein, keinen Grund, warum bei solchen „forcirten" Bewegungen in Folge des Druckes, den zahlreiche centripetale Nervenfasern innerhalb der contrahirten Muskeln erleiden müssen, das regulatorische Nervensystem nicht auch auf reflectorischem Wege in starke Erregung versetzt werden könne. Dieser Einwand aber wird, wie Jedermann zugeben muss, unhaltbar, sobald es sich um durch Worara vergiftete Thiere handelt, welche auch bei Unterbrechung der künstlichen Respiration vollkommen bewegungslos bleiben, wenn man stärkere Worara-Dosen in Anwendung gebracht hat.

2) Den eben angeführten Versuchen habe ich, ebenfalls schon vor Herrn L., andere hinzugefügt, aus denen umgekehrt und mit gleicher Sicherheit hervorgeht, dass bei gesteigertem Gaswechsel die Erregung des musculo-motorischen und regulatorischen Herznerven-Systems abnimmt.

So heisst es Medicin. Central-Zeitung 1862, 26. März, wo von dem Einfluss des Lungengaswechsels auf das dem Einfluss der *Nn. vagi* entzogene Herz die Rede ist, auf p. 194:

„Der mittlere Druck sinkt, wenn die Anzahl der Einblasungen vergrössert, er steigt, wenn die Anzahl der Einblasungen verringert wird."

Eine Anmerkung zu diesem Satze lautet:

„In einem Falle hatte ich Gelegenheit, dieses Absinken des Druckes im Aortensystem auch dann zu beobachten, als das Thier,

dem die *Vagi* durchschnitten waren, plötzlich häufiger zu athmen begann.

Ein zweiter Satz derselben Mittheilung besagt:

„Wird die Zahl der Einblasungen eine ungewöhnlich grosse (z. B. 60 und darüber in der Minute), dann kann der mittlere Druck um mehr als die Hälfte sinken."

In der Fortsetzung dieser Mittheilung (Central-Zeitung 19. November 1862) finden sich noch folgende zwei Sätze:

„Wird bei stark gesunkenem Druck die Zahl der Einblasungen bedeutend vermehrt, dann sinkt der Druck unter beträchtlicher Abnahme der Pulsfrequenz."

„Unter denselben Bedingungen kann man durch starke Vermehrung der Zahl der Einblasungen bisweilen sogar einen langen Stillstand des Herzens in der Diastole bewirken."

Endlich findet sich in der „Deutschen Klinik," Jahrgang 1862, 12. April, unter der Rubrik „Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft" ein Passus, welcher lautet:

„Da, wie Professor Traube früher nachgewiesen hat, die Digitalis die Leistung sowohl des musculo-motorischen als des regulatorischen Herznervensystems steigert, was, wie seine neuesten Experimente ergaben, dadurch geschieht, dass die Erregbarkeit dieser beiden Nervensysteme unter dem Einfluss der Digitalis wächst, so muss, wenn die Kohlensäure der normale Stimulus für die beiden Herznervensysteme ist, die Digitalis-Wirkung verschwinden, wenn durch gesteigerten Gaswechsel der Gehalt des Blutes an Kohlensäure beträchtlich abnimmt. — Dass sich dies wirklich so verhält, folgt daraus, dass bei einem durch Worara bewegungslos gemachten Thiere, bei dem die künstliche Respiration durch Einblasungen in die Trachea unterhalten wird, nachdem die Digitalis-Wirkung zu Stande gekommen ist, durch häufige Einblasungen die Puls verlangsamende Wirkung aufgehoben werden kann, während gleichzeitig der Druck im Aortensystem sinkt. — Die Auslegung dieses Experiments, als ob durch die häufigen Einblasungen der Abfluss des Blutes aus der rechten in die linke Herzhälfte vermindert würde, erweist sich als unhaltbar im Hinblick auf die Thatsache, dass das angegebene Resultat bei einem geringeren Grade der Digitalis-Wirkung eintreten, bei einem höheren Grade dagegen ausbleiben kann, während die durch das Einblasen gesetzten mechanischen Verhältnisse unverändert bleiben."

3) Herrn L.'s zweiter Versuch ist nur halb wahr, weil nicht bei künstlicher Respiration überhaupt, sondern nur bei

sehr häufigen oder bei sehr voluminösen Einblasungen eine so hohe Pulsfrequenz entsteht, dass dann die *Vagi*-Durchschneidung unwirksam wird. Davon kann sich Herr Landois an jedem beliebigen Hunde, gleichgiltig ob er mit Worara narkotisirt ist oder nicht, leicht überzeugen. Bei der Anwendung des Worara-Giftes wird ihm dieser Versuch natürlich nur dann gut gelingen können, wenn das Gift nicht wegen zu grosser Menge das regulatorische Nervensystem bereits ausser Wirksamkeit gesetzt hat.

4) Selbst in dem Falle, dass der zweite Versuch des Herrn L. richtig gewesen wäre, würde aus seinen Experimenten noch nicht einmal das gefolgert werden können, was aus meinen weit früher angestellten Versuchen bereits und mit Sicherheit hervorgegangen war, nämlich dass die Erregung der beiden Herznervensysteme durch Verminderung des Gaswechsels zunimmt, durch Steigerung des Gaswechsels abnimmt.

Denn Herr Landois hätte durch seine beiden Versuche nicht erwiesen:

a) dass die Erregung des musculo-motorischen Systems bei vermindertem Gaswechsel zu-, dass sie bei gesteigertem Gaswechsel abnimmt,

b) dass die (nach mir) von ihm bei erstickenden Thieren constatirte zunehmende Erregung des regulatorischen Herznervensystems die unmittelbare Folge des verminderten Gaswechsels sei;

c) dass die Erregung des regulatorischen Nervensystems durch Steigerung des Gaswechsels abnimmt.

5) Der Satz: dass die Kohlensäure nicht nur auf die respiratorischen Nervensysteme, sondern auch auf die beiden Herznervensysteme erregend wirke, habe ich ebenfalls bereits und wiederholt vor Herrn L. ausgesprochen, und als ein kleines Verdienst nehme ich dabei noch in Anspruch, dass ich diesen so wichtigen Schluss nicht aus den eben mitgetheilten Versuchen mit vermindertem und gesteigertem Lungengaswechsel, sondern aus anderen Versuchen, in denen ich direct mit Kohlensäure experimentirte, gezogen habe.

Alle Erscheinungen, welche sich bei vermindertem Gaswechsel darbieten, können ja, was eine kurze Ueberlegung an die Hand giebt, ebenso gut der verminderten Sauerstoffzufuhr als der angehäuften Kohlensäure zugeschrieben werden, und ferner alle Erscheinungen, welche sich bei gesteigertem Gaswechsel zeigen, ebenso-

wohl Folgen der vermehrten Sauerstoffzufuhr als der vermehrten Kohlensäure-Ausfuhr sein.

Ich citire zuerst die Stellen, an denen ich jenen Satz selbst zuerst ausgesprochen habe, und führe dann die Versuche an, welche ich zu seiner Erhärtung unternommen, und vor Herrn Landois' Beiträgen veröffentlicht habe.

In No. 15 des Jahrganges 1862 der Deutschen Klinik (12. April) ist p. 153 unter der Ueberschrift: „Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft" zu lesen:

„Professor Traube hat gefunden, dass das eigentliche *Agens* für die Herzbewegung die im Blute enthaltenen Kohlensäure ist; sie wirkt erregend sowohl auf das musculo-motorische als auf das regulatorische Herznervensystem."

In No. 15 des Jahrg. 1863 derselben Zeitschrift (vom 11. April) findet sich p. 150 ebenfalls unter der Ueberschrift „Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft" eine zweite Stelle, welche lautet:

„Herr Traube theilt einige Resultate mit, die er aus Versuchen mit Herzgiften gewonnen hat. Er beabsichtigt nicht, die einzelnen Eigenschaften zu besprechen, sondern nur einzelne Punkte, welche allen gemeinsam sind. — Substanzen, welche mit Sicherheit aufs Herz einwirken, sind: Kohlensäure, kohlensaures Natron, Digitalis, Nicotin. Cyankalium. Sie setzen beide Herznervensysteme in Erregung; die primäre Wirkung macht sich an dem regulatorischen und musculo-motorischen Systeme geltend, der Druck wird gesteigert, der Puls vermindert."

In derselben Nummer der Deutschen Klinik (11. April 1863) habe ich in Form eines Anhanges zum Protokoll der eben erwähnten Sitzung der medicinischen Gesellschaft sogar eine vollständige Theorie der Suffocation gegeben. Sie findet sich auf p. 152 und lautet:

„In dem Falle, wo eine acute Affection des Respirations-Apparates einen Menschen tödtet, dessen Blut einen nahezu normalen Reichthum an rothen Körperchen besitzt, ist (wie T. in einem früheren Vortrage näher ausgeführt hat) der Mechanismus des Todes ein complicirter. Die in dem Blute sich übermässig anhäufende CO_2 stimulirt nicht bloss die Respirations-Nervensysteme, sondern auch die beiden Herz-Nervensysteme zu erhöhter Thätigkeit. Durch die gesteigerte Arbeit der Athmungsmuskeln und des Herzens muss nothwendig der Verbrauch an Sauerstoff beträchtlich zunehmen, während die Zufuhr dieses Gases vermindert ist. Die

schliessliche Folge dieses Missverhältnisses ist eine so schnelle und starke Verarmung des Blutes an Sauerstoff, dass die Erregbarkeit der vitalen Centra auf Null herabsinkt, d. h. so weit herabsinkt, dass diese Centra selbst durch das mögliche Maximum zugeführter CO_2 nicht mehr erregt werden können. Dass die Wirksamkeit des inspiratorischen Nervencentrums früher erlischt als die des regulatorischen und die Wirksamkeit des regulatorischen früher erlischt als die des musculo-motorischen Nervencentrums, hat seinen Grund in der verschiedenen Länge der Nervenbahnen, welche die Impulse dieser Centra auf die ihnen zugehörigen Endapparate übertragen. Mit der Länge der Bahnen muss die Summe der Widerstände wachsen, welche sich der Fortleitung eines centralen Impulses bis an das peripherische Ende der Nervenfaser entgegensetzen. Da die Nervenfasern, welche die Impulse des Point vital zu den von ihm beherrschten Inspirations-Muskeln leiten, ungleich länger sind als die Fasern, welche von den im Herzen selbst belegenen Ganglien des musculo-motorischen Nervensystems zu den verschiedenen Theilen des Herzmuskels führen, so begreift sichs's, warum die Action des Herzens stets weit länger vorhält, als die des Inspirations-Apparates, oder, mit anderen Worten, warum die Athmung früher aufhört als der Herzschlag."

Die Versuche, aus welchen hervorgeht, dass die Kohlensäure auf die beiden respiratorischen Nervensysteme erregend wirkt, sind mitgetheilt in einer Arbeit „Zur Physiologie der Respiration," welche in No. 38 und 39 (— 10. und 14. Mai) des Jahrganges 1862 der Medicinischen Central-Zeitung zu finden ist. — In dieser Arbeit wurde die Richtigkeit des angeführten Satzes mit Hilfe einer neuen Methode und zum ersten Mal mit Strenge erwiesen, indem ich verschiedene CO_2-Mengen in Verbindung mit O-Mengen die sogar grösser waren als die in der atmosphärischen Luft enthaltenen, nach dem Tacte eines Metronoms in die Lungen einblasen liess. Zur Vermeidung unnöthiger Weitläufigkeiten unterlasse ich nähere Anführungen.

Schon vor dieser Arbeit hatte ich nach einer älteren Methode, die sich der Hoock'schen näherte und die ich später deshalb verlassen habe, weil sie mit weit grösseren Schwierigkeiten verknüpft ist als die eben erwähnte, ein Experiment unternommen, zum Beweise, dass die CO_2 erregend auf die beiden Herznervensysteme wirke. Dieses Experiment findet sich kurz mitgetheilt in den Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft (vergl. Deutsche Klinik vom 12. April 1862). Es lautet:

„Einem Hunde wurde in die Trachea eine Röhre eingebracht, welche in Verbindung stand mit einem Gasometer, welcher seinerseits wieder mit der Wasserleitung in Verbindung gesetzt war (der Druck am benutzten Ausflussrohr der Wasserleitung betrug 20 Fuss); der Thorax wurde eröffnet und auch den Lungen einige Oeffnungen beigebracht, so dass aus dem Gasometer ein Luftstrom mit ziemlich constanter Geschwindigkeit durch die Lungen getrieben wurde. War der Gasometer bei diesem Versuch mit einem Gasgemenge aus Stickstoff, Sauerstoff und Kohlensäure gefüllt, welches etwa 21 pCt. Sauerstoff und 15 bis 20 pCt. Kohlensäure enthielt, so zeigte das Kymographion eine bedeutende Verlangsamung der Herzcontractionen, sehr grosse cardiale Elevationen und ein gleichzeitiges Steigen des Druckes im Aortensystem."†)

6) Sogar der Satz: dass die Kohlensäure der natürliche Stimulus der beiden respiratorischen und der beiden Herznervensysteme sei, ist bereits im Januar 1863 mit Bestimmtheit von mir ausge-

---

†) Nachträglich sehe ich, dass ich bereits damals, als dieses niedergeschrieben wurde, den oben erwähnten Versuch noch in anderer Form angestellt und das Ergebniss in der Sitzung der Berliner medicinischen Gesellschaft vom 12. April 1862 mitgetheilt hatte. Der betreffende Passus des Protokolls, welches in der „Deutschen Klinik" Jahrgang 1862, No. 19, d. d. 10. Mai 1862 abgedruckt ist, lautet: „Traube berichtet über die Fortsetzung seiner Versuche zur Ermittelung dessen, was das Agens der Herzbewegung sei. Als solches hatte sich ihm aus seinen früher angestellten Versuchen die Kohlensaure ergeben und zwar wirkt diese, wie er nachgewiesen hat, erregend auf beide Herznervensysteme.

Jetzt hat er auf andere Weise dasselbe Resultat gewonnen. Ein Gasometer (nach Art des Hutchinson'schen Spirometer), der über 100 Liter fasst, ward mit einem Gasgemenge gefüllt, das 21 Procent Sauerstoff, 20 Volumprocent Kohlensäure enthielt, während der Rest aus Stickstoff bestand. Aus dem Gasometer führte eine Röhre zu einem mit zwei Ventilen versehenen Blasebalge, welcher den Lungen die Luft zuführt.

Der Versuch begann damit, dass das Thier durch Worara bewegungslos gemacht wurde. Darauf ward atmosphärische Luft in die Lungen gepumpt, so lange bis der Druck in den Arterien constant geworden war; sodann wurde unter gleichem Druck das künstliche Gasgemenge in die Lungen getrieben. Der Erfolg war folgender: So lange die Vagi erhalten waren, zeigte sich, gleich den früheren Experimenten, Verminderung der Anzahl der Herzcontractionen und Steigerung des Druckes. Als darauf die Vagi durchschnitten wurden, trat eine enorme Steigerung des Druckes ein. (Die zur Controle darnach wieder eingeführte atmosphärische Luft ergab vollkommene Gleichheit der Verhältnisse.)

Ferner ward ein Gasgemenge in Anwendung gebracht, das 3 Mal so viel Sauerstoff enthielt, als die atmosphärische Luft. Es zeigte sich, dass der Sauerstoff keinen Einfluss auf die Herzcontractionen übt, das heisst er hat keine un-

sprochen worden in einer Anmerkung zu der oben angeführten vorläufigen Mittheilung, welche unter der Ueberschrift „Versuche über den Einfluss des Worara-Giftes auf die Herzthätigkeit" in dem Centralblatt für die medicin. Wissenschaften (No. 4 und 5) enthalten ist. Diese Anmerkung lautet:

„Werden solche Suspensionen (sc. der künstlichen Respiration) bei Thieren unternommen, die nicht zu grosse Quantitäten Worara erhalten haben, dann erscheinen gewöhnlich um die Zeit, wo die Pulsfrequenz abnimmt, meist nachdem sie bereits erheblich abzunehmen begonnen hat, auch respiratorische Bewegungen, anfangs in Gestalt leichter exspiratorischer Zuckungen, denen später deutliche Inspirationen folgen. Diese Thatsache erscheint um so auffallender, als wir meistens zur selben Zeit durch Berührung der Cornea keine Spur von Reflex-Bewegungen auszulösen vermögen. Auf Grund des von mir geführten Nachweises, dass die CO_2 der natürliche Stimulus der beiden respiratorischen und der beiden Herznervensysteme ist etc."

Wer sich die Mühe nimmt, meine damals bereits veröffentlichte Arbeit: „Zur Physiologie der Respiration" und ferner meine neueste in dieser Zeitschrift enthaltene Arbeit: „Zur Physiologie der vitalen Nerven-Centra" durchzulesen, wird sich überzeugen, dass ich auch den letzteren Satz aussprechen durfte ohne die Besorgniss, später eines Irrthums überführt zu werden. Denn auch die in der letzteren Arbeit mitgetheilten Experimente mit Wasserstoffgas waren damals bereits längst von mir gemacht.

---

mittelbar erregende Wirkung, es zeigte sich überhaupt gar kein Unterschied gegenüber den Versuchen, in welchen atmosphärische Luft zur Anwendung gekommen war.

Dies Experiment bestätigte den früher gewonnenen Schluss, dass das Agens für die Herzbewegung d. h. für beide Systeme, die Kohlensäure oder eine ihrer Verbindungen ist." —

XVI.

Entgegnung auf die „nachträglichen Bemerkungen" des Herrn Landois.†)

In seinen „nachträglichen Bemerkungen" (Medicin. Central-Zeitung, 17. Jan. 1864) macht Herr Landois mir einige Einwürfe, auf die ich Folgendes erwidere:*)

1. Herr L. schiebt mir ohne Weiteres unter, dass ich deshalb auf die von mir gemachten Messungen des Blutdruckes hingewiesen habe, um meine Versuche als tadelfreier hervorzuheben. Der gerügte Passus in meinen „Bemerkungen" aber lautet: „Versuche aus denen hervorgeht, dass . . . . . etc., sind bereits vor Herrn L., überdies vollständiger (da neben der Pulsfrequenz auch der Blutdruck berücksichtigt wurde) und in einer tadelfreieren Art von mir angestellt worden." Hieraus geht für jeden Unbefangenen hervor, dass ich durch den Hinweis auf die Messungen des Blutdruckes nur die grössere Vollständigkeit meiner Versuche erweisen wollte, nicht aber, dass sie darum auch tadelfreier waren.

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. Medicin. Central-Zeitung," Jahrgang XXXIII, Stück 19, d. d. 6. März 1864.

*) Diese Erwiderung hatte ich bald nach dem Empfange der betreffenden Nummer dieses Blattes niedergeschrieben. Sie blieb in meinem Schreibtisch liegen, weil ich bei näherer Ueberlegung zu dem Schlusse gelangt war, schon in meinen „Bemerkungen" (Central-Zeitung, 12. Decbr. 1863) Alles gesagt zu haben, was zur Aufklärung eines unbefangenen Lesers in der vorliegenden Frage dienen konnte. Da aber, wie ich aus der eben empfangenen Nummer der Berliner Klinischen Wochenschrift ersehe, Hr. Landois in dem Versuche fortfährt, einen Theil der von mir gemachten Entdeckungen, auf die ich Jahre lange Mühe verwendet habe, sich zuzueignen, so halte ich es für eine Pflicht der Selbsterhaltung mein Stillschweigen zu brechen. Aus demselben Grunde bin ich genöthigt, den bereits niedergeschriebenen „Bemerkungen" in einem Nachtrage einige neue hinzuzufügen, welche sich auf den letzterwähnten Aufsatz in der Berliner Klinischen Wochenschrift beziehen.

2. Hr. L. wirft mir vor, einen Satz seiner vorläufigen Mittheilungen nicht berücksichtigt zu haben, welcher lautet: „Wird bei Thieren (Säugethieren und Fröschen) das Blut bei völlig unversehrten *Nn. vagis* mit CO_2 auf irgend welche Weise überladen, so nehmen sehr schnell die Pulsschläge in enormer Weise an Frequenz ab etc." Und doch findet sich dieser ganze Passus ausführlich und wörtlich in meinen „Bemerkungen" mitgetheilt; allerdings mit dem Zusatz: „Wie aus den angeführten Einzelversuchen erhellt, bewirkt Hr. L. die Ueberladung des Blutes mit CO_2 immer nur durch Behinderung des Lungengaswechsels." Ob ich zu diesem Zusatz berechtigt war oder nicht, mögen die folgenden Anführungen zeigen.

In dem ersten der angeführten Versuche heisst es: „Dyspnoë durch Durchschneidung beider *Phrenici* unter der *Clavicula* und Anlegung eines linksseitigen Pneumothorax."

In dem zweiten bemerkt Hr. L. „*Trachea* zugeklemmt;"

in dem dritten: „Luftröhre zugeklemmt;"

in dem vierten und letzten: „Compression der Luftröhre."

Ein Experimentator pflegt, wie das aus nahe liegenden Gründen begreiflich ist, zunächst und vor allen die schlagendsten unter seinen Versuchen anzuführen, und erst an diese (wenn das überhaupt nöthig ist) solche Versuche anzureihen, welche den zu erläuternden Satz weniger streng zu beweisen vermögen. Warum hat Hr. L. eine Ausnahme von dieser Regel gemacht und seine schlagend sein sollenden Versuche gar nicht mitgetheilt?

Aber gesetzt auch, Hr. L. hätte diese schlagend sein sollenden Versuche schon in seinen experimentellen „Beiträgen" beigebracht, was würde er daraus haben folgern können? —

Hr. L. behauptet jetzt (!!) „dass er sich durch Versuche hinreichend überzeugt habe, dass bei Thieren (Fröschen), die man in einer stark mit CO_2 vermischten Luft athmen lässt, ebenfalls alsbald eine Verminderung der Pulse eintritt, ohne forcirte Athembewegungen, ohne Convulsionen."

Darauf bemerke ich: Unter Luft versteht Hr. L., dem recipirten Sprachgebrauch zu Folge, offenbar nur atmosphärische Luft. Vermengt man in einem abgeschlossenen Raume atmosphärische Luft stark mit CO_2, so muss der Procentgehalt dieses Gasgemenges an Sauerstoff offenbar viel geringer sein, als der Procentgehalt der reinen atmosphärischen Luft an Sauerstoff. Mithin haben die Frösche des Hrn. L. in einem zwar Kohlensäurereichen, aber zugleich an Sauerstoff weit ärmeren Medium geathmet, als

wenn sie in atmosphärischer Luft verweilt hätten. Und die von ihm beobachtete Verminderung der Pulsfrequenz konnte dann ebensowohl Folge der verminderten Kohlensäureausfuhr aus dem Blute als der verminderten Sauerstoffzufuhr zu demselben sein.

Wodurch unterscheidet sich also dieser erst nachträglich mitgetheilte Froschversuch von seinem ersten Kaninchenversuch, bei dem Hr. L. entweder die *Trachea* zuklemmte, oder einen Pneumothorax anlegte?

Offenbar nicht dadurch, dass er einen besseren Beweis dafür liefert, dass die Kohlensäure erregend auf das Hemmungs- (oder regulatorische) Nervensystem wirkt, denn in dem einen wie in dem anderen Versuche ist ja die Wirkung der verminderten Sauerstoffzufuhr nicht ausgeschlossen.

Der einzige Punkt, der zum Vortheil des Froschversuches in Betracht kommen könnte, wäre der, dass hier „weder forcirte Athembewegungen noch Convulsionen" beobachtet wurden, auf deren Rechnung man bei dem Kaninchenversuch die Verminderung der Pulsfrequenz bringen konnte.

Aber auch dieser Vorzug des Froschversuches wird mehr als hinlänglich aufgewogen durch den üblen Umstand, dass Hr. L. zu bemerken vergessen hat, ob er auch bei den in dem CO_2 reichen Medium athmenden Fröschen, nach dem Eintritt der Puls-Verlangsamung, die *Nn. vagi* durchschnitten und dadurch eine Steigerung der Pulsfrequenz (wenigstens bis auf das ursprüngliche Niveau) bewirkt habe? — Denn nur unter dieser Bedingung würde ja die auch in diesem Versuche beobachtete Verminderung der Pulsfrequenz als die Folge einer gesteigerten Erregung des regulatorischen Nervensystems betrachtet werden dürfen.*)

*) Aus einem Passus der neuesten Arbeit des Hrn. L. (Berlin. Klin. Wochenschrift No. 10, p. 102) kann man mit Sicherheit schliessen, dass die Vagus-Durchschneidung in diesen Experimenten, auch wenn von Hrn. L. ausgeführt, zu dem von uns verlangten Beweise unbrauchbar gewesen wäre. Denn Hr. L. sagt l. c.: „Dieses ergiebt sich zuerst daraus, dass es leicht gelingt, je nach der Menge der Co_2, entweder nur eine mässige Verlangsamung der Pulse, oder eine stärkere, ja selbst Herzstillstand herbeizuführen, die alsbald wieder dem normalen Herzrhythmus weichen, sobald man aufs Neue atmosphärische Luft hinzutreten lässt." — Um bei den Fröschen, bei denen durch den Aufenthalt in dem kohlensäurereichen Gasgemenge die Pulsfrequenz reducirt worden war, die Vagi zu durchschneiden, hätte Hr. L. die Thiere vorher an die atmosphärische Luft bringen müssen. Trat dann eine Vermehrung der Pulsfrequenz ein, so konnte diese ebensowohl auf Rechnung des Zutritts der atmosphärischen Luft als auf Rechnung der Vagus-Durchschnei-

3) Um meinen Vorwurf gegen die Beweiskräftigkeit seines zweiten Kaninchenversuches zu entkräften, durch den er zeigen wollte, dass bei künstlicher Respiration die Durchschneidung der *Vagi* ohne Einfluss auf die Pulsfrequenz bleibe — beruft Hr. L. sich darauf, „dass in seinen Versuchen die Zahl der Pulse während der künstlichen Respiration nicht höher war, als vorher, wo das noch völlig intacte Thier noch aus eigenem Antriebe respirirte."

Warum macht, kann ich billig fragen, Hr. L. auch diesen Zusatz erst jetzt? — In den von ihm mitgetheilten Einzelbeobachtungen (der zweiten sogenannten Versuchsreihe) findet sich durchaus keine Andeutung, aus der dieser nachträgliche Zusatz hätte erschlossen werden können.

Aber selbst durch diesen Zusatz, auch wenn wir ihn wörtlich acceptiren, würde die Beweiskräftigkeit des fraglichen Versuches doch um Nichts wachsen. Denn damit wäre ein anderes sehr ernstes Bedenken nicht erledigt, das seit meiner ersten Entgegnung bei mir Platz gegriffen hat, ich meine das Bedenken, ob bei so hohen Pulszahlen, selbst bei einem intacten und spontan respirirenden Kaninchen, die Durchschneidung der *Vagi* überhaupt noch im Stande ist, die Pulsfrequenz um ein Erkleckliches zu steigern? Bekanntlich hat ja schon Moleschott, der über verwandte Fragen auch nur an Kaninchen experimertirte, die Steigerung der Pulsfrequenz in Folge der *Vagi*-Durchschneidung lediglich als eine Ausnahme betrachtet. Hr. L. möge also seinen Versuch noch einmal aufnehmen und darthun, dass bei gleich hoher mittlerer Pulsfrequenz die Durchschneidung der *Vagi* an solchen Kaninchen, bei welchen die künstliche Respiration unterhalten wird, einen anderen Erfolg habe als an denen, welche spontan respiriren. Nur dann erst, wenn ihm dies gelungen sein wird, würde ich gleich ihm der Ueberzeugung sein können, dass eine Erhöhung der Pulsfrequenz nach der Durchschneidung beider *Vagi* durch seine Methode der künstlichen Respiration verhindert werden könne,

dung gebracht werden. Wir sehen also, Hr. L. hat seine guten Gründe gehabt, darüber zu schweigen, ob er bei seinen Fröschen, nach dem Eintritt der Pulsverlangsamung, die Vagi durchschnitten hatte oder nicht. Denn in jedem anderen Falle würde man gesehen haben, dass diese Pulsverlangsamung keinen Beweis für den Eintritt einer stärkeren Erregung des regulatorischen Herznervensystems abzugeben vermochte. — Bei diesem Stande der Dinge können wir, wie auf der Hand liegt, sogar noch weiter gehen als es oben im Texte geschehen ist und, ohne einen Widerspruch von competenter Seite zu gewärtigen, es geradezu aussprechen, dass die Froschversuche des Hrn. L. jedenfalls weniger beweisen als sein erster Kaninchenversuch, d. h. soviel als gar Nichts.

wenigstens beim Kaninchen, denn bei Hunden verhält sich Alles genau so wie ich es in meinen Bemerkungen ausgesprochen habe.

4) Hr. L. scheint ganz vergessen zu haben, ich halte es darum für meine Pflicht, ihn nochmals darauf aufmerksam zu machen, dass er zu den „wohl begründeten Schlüssen" aus seinen zwei Versuchen auch noch den gerechnet hat, dass die „im Blute bei beeinträchtigtem Gaswechsel sich ansammelnde CO_2 reizend in doppelter Beziehung wirke, sowohl auf die im Herzen selbst belegenen Ursachen der Herzbewegung als auch auf das Centrum der Hemmungsnerven des Herzens, des *N. Vagus.*"

Aus welchen seiner beiden Versuche folgt denn der „wohlbegründete Schluss", dass die CO_2 erregend auch auf das musculomotorische Herznervensystem wirke? —

5) Hr. L. sagt: „Wenn schliesslich Hr. Traube es noch als ein besonderes Verdienst für sich hervorhebt, dass er den Schluss, die CO_2 wirke erregend auf die beiden Herznervensysteme, nicht allein aus Versuchen mit vermindertem und gesteigertem Lungengaswechsel, sondern aus anderen Versuchen gezogen habe, in denen er direct mit CO_2 experimentirte, so habe ich schon oben erwähnt, dass auch ich diese sehr nahe liegenden Versuche mit zur Erzielung meiner Versuche benutzt habe."

Darauf antworte ich:

Wenn Hr. L. (woran bei dem leicht zu übersehenden Umfang seines experimentellen Materials kein Zweifel sein kann), unter den „sehr nahe liegenden Versuchen" seine oben sub 2 besprochenen Froschversuche versteht, in denen er diese Thiere in einem kohlensäurereichen und gleichzeitig sauerstoffarmen Gasgemenge athmen liess, so würde ich nichts dagegen haben, solche Versuche als „sehr nahe liegende" bezeichnet zu sehen, denn in der That sind dergleichen fehlerhafte Versuche, wie die tagtägliche Erfahrung lehrt, die Jedermann am nächsten liegenden.

Hr. L. scheint selbst nach meinen ausführlichen Vorhaltungen, die ich ihm in meiner ersten Entgegnung gemacht habe, noch immer nicht zu begreifen, worauf es bei dem Nachweise, dass die Kohlensäure auf das regulatorische Herznervensystem erregend wirke, ankomme; dass nämlich in einem Versuche, durch den man beweisen will, dass die Anhäufung von Kohlensäre im Blute die Ursache jener Wirkung sei, neben der Anhäufung der Kohlensäure nicht eine Verminderung der Sauerstoffzufuhr bestehen dürfe. Mit demselben Recht, wie man vor meinen Versuchen die

dyspnoëtischen Erscheinungen am Respirationsapparat von verminderter Sauerstoff-Zufuhr ableitete, mit demselben Recht kann man ja unter den von Hrn. L. gesetzten Bedingungen auch die analogen Erscheinungen am Circulations-Apparat auf Rechnung der verminderten Sauerstoffzufuhr bringen.

Was die „nahe liegenden Versuche" des Hrn. L. nicht geleistet haben, wurde auch auf diesem Gebiete erst durch meine Versuche geleistet, die ich nach einem anderen und richtigeren Princip und überdies schon vor Hrn. L.'s Versuchen angestellt hatte. Und zu bemerken bitte ich, dass selbst meine neuesten und vollkommensten Versuche, in denen ich den Thieren ein kohlensäurehaltiges Gasgemenge, das mindestens eben so viel Sauerstoff enthielt als die atmosphärische Luft, in Form rhythmischer Einblasungen statt in constantem Strom zuführte, dass selbst diese Versuche früher an die Oeffentlichkeit gelangt sind, als der in den „nachträglichen Bemerkungen" des Hrn. L. zuerst beigebrachte mangelhafte Froschversuch†)

6) Hr. L. glaubt sich zu einem pathetishhen Vorwurf gegen die Anwendung berechtigt, die ich bei meinen Versuchen von dem Worara-Gift gemacht habe.

Auf diesen Vorwurf erwidere ich:

Allerdings vermögen grosse Dosen des Worara-Giftes das regulatorische Nervensystem ausser Wirksamkeit zu setzen, ich gebe noch überdies zu, dass selbst kleine Dosen dieses Giftes trotz regelmässiger künstlicher Respiration den Einfluss der Hemmungsnerven auf das Herz erheblich zu vermindern im Stande sind; aber gerade weil das der Fall ist, darum (so schliesse ich) sind meine Versuche nur um so beweiskräftiger.

Denn vermag ich unter diesen (nach Hrn. L.) ungünstigen Bedingungen durch Suspension des Lungengaswechsels dennoch die Pulsfrequenz unter Steigerung des Blutdruckes, zu vermindern und die so verminderte Pulsfrequenz plötzlich in eine sehr hohe zu verwandeln, lediglich dadurch, dass ich die Vagusnerven durchschneide, so folgt daraus in verstärktem Maasse, dass durch Beeinträchtigung des Lungengaswechsels ein Moment erzeugt wird, welches erregend auf das regulatorische Herznervensystem wirkt.

†) und, wie man aus der Bemerkung p. 348 ersieht, sogar früher an die Oeffentlichkeit gelangt sind als die 1863 erschienenen „experimentellen Beiträge" des Hrn. L., d. h. anderthalb Jahre bevor Hr. L. überhaupt daran dachte, sich mit dem in Rede stehenden Thema zu beschäftigen.

Nachtrag zu den voranstehenden Bemerkungen. †)

Wer sich die Mühe nimmt, die voranstehenden Bemerkungen (Medic. Central-Zeitung, 12. December 1863) auch nur flüchtig mit dem zu vergleichen, was Hr. Landois in seinen „experimentellen Beiträgen" und in seinen „nachträglichen Bemerkungen" beigebracht hat, wird gleich mir zu folgendem Ergebnisse gelangen müssen.

Die Sachlage ist:

Hr. L. hat zwei und wenn wir den erst nachträglich mitgetheilten Froschversuch mit in Rechnung ziehen wollen, drei Versuche (oder wie sich Hr. L. ausdrückt: Versuchsreihen) angestellt, von denen der eine (es ist der zweite in der Arbeit des Hrn. L.) gar nichts beweist, der andere (der erste des Hrn. L.) nur so viel zeigt, dass bei erstickenden Säugethieren irgend ein Moment entsteht, welches erregend auf das regulatorische Herznervensystem wirkt, der dritte erst nachträglich mitgetheilte (Frosch)-Versuch höchstens und auch das nur auf den ersten Blick so viel beweisen würde, dass bei Fröschen durch beeinträchtigten Gaswechsel das regulatorische Nervensystem in stärkere Erregung gerathe, — bei näherer Erwägung aber und unter Berücksichtigung späterer Aeusserungen des Hrn. L. ebenso nichts sagend ist, als der an erster Stelle erwähnte Versuch.

Und aus diesen Versuchen zieht Hr. L. eine Reihe seiner Meinung nach „wohlbegründeter Schlüsse," welche folgendermaassen lauten:

> „Die im Blute bei beeinträchtigtem Gaswechsel sich an-
> „sammelnde CO_2 wirkt reizend in doppelter Richtung,
> „sowohl auf die im Herzen selbst belegenen Ursachen
> „der Herzbewegung als auch auf das Centrum des Hem-
> „mungsnerven des Herzens, des N. vagus. Vornehmlich

†) Abgedruckt aus der „Allg. Medicin. Central-Zeitung," Jahrgang XXXIII, Stück 19, d. d. 6. März 1864, p. 153.

„aber entfaltet die CO_2 ihre Macht auf das verlän-
„gerte Mark, daher als Symptome der Reizung des N.
„vagus die forcirten Athembewegungen, die Convulsionen,
„die Verminderung des Herzschlages.“

Während dagegen ich schon vor Hrn. L. zahlreichere, mannigfaltigere und vollkommenere Versuche mitgetheilt hatte, aus denen mit Sicherheit hervorging:

1) dass bei beeinträchtigtem Lungen-Gaswechsel (d. h. bei verminderter Kohlensäureausfuhr aus dem Blute und bei verminderter Sauerstoffzufuhr zu demselben) das regulatorische und musculomotorische Herznervensystem in stärkere Erregung versetzt wird;

2) dass bei gesteigertem Lungengaswechsel (d. h. bei vermehrter Kohlensäureausfuhr aus dem Blute und vermehrter Sauerstoffzufuhr zu demselben) die Erregung des regulatorischen und musculo-motorischen Nervensystems abnimmt;

3) dass die bei erstickenden Thieren zu beobachtende stärkere Erregung des regulatorischen und musculo-motorischen Herznervensystems die unmittelbare Folge des verminderten Gaswechsels ist;

4) dass bei verminderter Kohlensäure-Ausfuhr aus dem Blute und bei gleichzeitig normaler Sauerstoffzufuhr zu demselben die beiden respiratorischen und die beiden Herznervensysteme in stärkere Erregung gerathen.

Ich hatte also zu der Zeit, wo Hr. L. seine Versuche veröffentlichte, nicht nur so viel erwiesen als aus seinen Versuchen hervorgeht, wenn diese möglichst günstig ausgelegt werden, sondern bereits auch alles das ausgesprochen und erwiesen, was in Hrn. Ls'. willkürlich gezogenen Schlussfolgerungen enthalten ist.

An dieser Sachlage wird, wie meine letzte Auseinandersetzung zeigt, Nichts geändert, weder durch die mehr rhetorischen als sachlich begründeten Einwände, welche Hr. L. gegen die Anwendung des Worara-Giftes erhebt, noch selbst in dem Falle, dass wir seine nachträglichen Erläuterungen und Zusätze als integrirende Theile seines ersten Aufsatzes (s. seiner „experimentellen Beiträge“) betrachten wollten.

Und trotz dem wagt es Hr. L. in der eben erschienenen No. 10 der Berliner klinischen Wochenschrift folgenden Passus drucken zu lassen:

„Bei meinen Untersuchungen über den Einfluss der Vagusdurchschneidung auf die Herzbewegung hatte sich herausgestellt,

dass, wenn sich im Blute eine über die Norm gesteigerte Menge CO_2 anhäuft, die Pulse constant bedeutend vermindert werden. Diese Pulsverminderung rührt aber, wie meine Versuche unzweifelhaft (!!!) gelehrt haben, daher dass die CO_2 erregend auf das verlängerte Mark, das Centrum der *Nn. vagi*, einwirkt. Die Pulsverminderung ist keinesweges der Ausdruck einer Vagus-Lähmung, sondern der Ausdruck einer Vagus-Erregung. Das ergiebt sich zuerst daraus, dass es leicht gelingt, je nach der Menge der angesammelten CO_2 entweder nur eine mässige Verlangsamung der Pulse, oder eine stärkere, ja selbst Herzstillstand herbeizuführen, die alsbald wieder dem normalen Herzrhythmus weichen, so bald man aufs Neue atmosphärische Luft hinzutreten lässt. Ganz zweifellos aber erweist sich diese Pulsverminderung als eine Vagus-Reizung und nicht als ein Zeichen von Vagus-Lähmung, da die Vagus-Lähmung (Durchschneidung) während dieses Zustandes den ganz entgegengesetzten Effect hervorruft, nämlich eine bedeutende Vermehrung der Pulse, die niemals ausbleibt. (Allgem. Medic. Central-Zeitung No. 89 1863).“

Zur vollständigen Characterisirung dieser Stelle erlaube ich mir nur noch auf den Satz besonders aufmerksam zu machen, welcher lautet: „Dies ergiebt sich zuerst daraus, dass es leicht gelingt, je nach der Menge der angesammelten Kohlensäure, entweder nur eine mässige Verlangsamung der Pulse, oder eine stärkere etc.“ und daran zu erinnern a) dass von alledem in der No. 89 des Jahrgangs 1863, auf welche Hr. L. sich am Eingange und am Ende dieses Passus ausdrücklich beruft, kein Wort zu finden ist, b) dass aber ich seitdem in No. 98 desselben Jahrgangs neue Experimente mit Einblasungen von CO_2-haltigen Gasgemengen mitgetheilt habe, aus denen hervorgeht, dass bei einem starken Gehalt des eingeblasenen Gasgemenges an CO_2 eine weit stärkere Verminderung der Pulsfrequenz erzielt wird als bei einem geringeren CO_2-Gehalt. — Nur der Herzstillstand ist die eigene Erfindung des Hrn. L.

XVII.

Zur Physiologie des regulatorischen Herznerven-Systems. †)

I. Versuch am 22. December 1862.

Ein kleiner kräftiger Hund wird um 11 Uhr 51 Minuten durch Einspritzung von $\frac{1}{6}$ Gr. *Morph. acet.* sofort (ohne dass ein Stadium der Aufregung vorhergeht) in tiefen Schlaf versetzt. Hierauf Präparation der Nn. vagi und Tracheotomie.

Nach Einleitung der künstlichen Respiration (es werden 15 Einblasungen in der Minute gemacht und durch jede der Thorax so stark ausgedehnt, wie durch eine tiefe spontane Inspiration) Einspritzung von 5 Milligr. Worara in das peripherische Ende der *Vena jugular. extern. dextr.* um 12 U. 13$\frac{1}{4}$ Min.

Application des Kymographions um 12 U. 55 Min.

Zwischen 12 U. 56 Min. und 12 U. 57 Min. Durchneidung der Nn. vagi.

Vor Durchschneidung der Vagi: Mittlerer Druck = 132 Mm. (Minimum = 117,4, Maximum = 156,2), Pulsfrequenz in der Minute = 76,4.

Eine halbe Minute nach Durchschneidung der Vagi ist der Druck bis auf 182 Mm. gestiegen.

In diesem Zeitraum wächst auch die Pulsfrequenz stetig, aber mit abnehmender Geschwindigkeit; sie ist

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. medicinischen Central-Zeitung", Jahrg. 1863, Stück 9, d. d. 31. Januar.

in den ersten 6,9 Secunden nach der Durchschneidung	= 19,75
in den folgenden 6,9 Secunden	= 22,5
do.	= 23,5
do.	= 24,0 etc.

Innerhalb des folgenden Zeitraums von 1 Minute beobachtet man ein stetiges Absinken des mittlern Druckes von 182 Mm. bis auf 151 Mm.

Während der Druck sinkt, steigt die Pulsfrequenz noch weiter, aber nur langsam, wie die folgenden Zahlen beweisen, welche die Pulsfrequenz in 6 auf einander folgenden Zeittheilen von je 6,9 Secunden repräsentiren:

24,0; 24,5; 24,5; 24,5; 24,75; 24,75.

Zwischen 12 U. 58½ Min. und 1 U. ½ Min. ist der mittlere Druck nahezu constant, er beträgt 132,7 (Maximum = 145, Minimum = 119). Die Pulsfrequenz wird erst in der zweiten Hälfte dieses Zeitraumes constant, i. e. = 25,5 in 6,9 Secunden.

Nach 1 U. 4½ Min. Einspritzung von $\frac{1}{18}$ Gtt. Nicotin.

Mittlerer Druck vor der Einspritzung 131,5 Mm. (Minimum = 123,0; Maximum = 142,0). Pulsfrequenz innerhalb 6,9 Secunden = 25,25.

Dauer der Einspritzung = 9,6 Secunden.

Fast unmittelbar nach vollendeter Einspritzung rasches Ansteigen des Druckes; er steigt innerhalb 14,8 Secunden bis auf 22,4 Mm.; mit dem Druck steigt die Pulsfrequenz; sie beträgt innerhalb der ersten 0,69 Secunden = 26,25, in den nächstfolgenden 0,69 Secunden = 27,0.

Etwa 16,2 Sec. nach erfolgter Einspritzung tritt ganz plötzlich eine sehr starke Verminderung der Pulsfrequenz und des Druckes ein. Der Druck sinkt innerhalb 0,89 Sec. von 224 Mm. auf 164 Mm. und die Pulsfrequenz, welche vor diesem Abfall des Druckes = 27,0 war, betrug innerhalb des auf den Druckabfall folgenden Zeitraumes von 6,9 Secunden nur noch 7,5.

Von 1 U. 5 Min. bis 1 U. 5½ Min. beobachtet man ein abermaliges rasches Ansteigen des Druckes, und mit dem Drucke steigt auch die Pulsfrequenz wieder. Der Druck, im Beginn dieses Zeitraumes = 160 Mm., beträgt am Ende desselben = 290 Mm. Die Pulsfrequenz, innerhalb der ersten 6,9 Sec. = 7,5, ist innerhalb der letzten 6,9 Sec. schon wieder auf 14,7 gestiegen.

Von 1 U. $6\frac{1}{2}$ Min. bis gegen 1 U. 7 Min. ist der mittlere Druck noch sehr hoch, aber bereits im Sinken begriffen; er beträgt = 260 Mm. (Maximum = 284, Minimum = 240 Mm.); Pulsfrequenz fast constant = 27,25 innerhalb 6,9 Sec., also wieder fast genau so gross als vor dem Eintritt des vorher erwähnten starken Druckabfalles.

Von 1 U. 7 Min. 7,6 Sec. bis gegen 1 U. $8\frac{1}{2}$ Min. beobachtet man, unter regelmässiger Abnahme der Höhe der respiratorischen Elevationen, ein continuirlich Abfallen des mittlern Druckes. Er beträgt im Anfange dieses Zeitraumes = 243 Mm. und am Ende desselben = 146,5 Mm. Die Pulsfrequenz, im Anfange = 27 innerhalb 6,1 Sec., beträgt gegen das Ende 26.

Eine zweite Dose von $\frac{1}{48}$ Gtt. Nicotin wurde gegen 1 U. $10\frac{1}{2}$ Min. eingespritzt.

Mittlerer Druck vor der Einspritzung = 65 Mm. (Maximum = 70, Minimum = 60 Mm.). Die Pulsfrequenz = 22 innerhalb 6,9 Sec. Dauer der Einspritzung = 12,2 Sec.

Der mittlere Druck beginnt erst 9 Sec. nach Beendigung der Einspritzung zu steigen. Er steigt continuirlich während 53,1 Sec. von 60 Mm. bis auf 148 Mm. Die Pulsfrequenz beträgt in den ersten 6,9 Sec. dieses Zeitraums 22,3, in den letzten 6,9 Sec. 25.

Die übrigen Abschnitte des Versuches übergehe ich als für meinen gegenwärtigen Zweck nicht verwerthbare.

II. Versuch am 24. December 1862.

Ein mittelgrosser, kräftiger Hund wird durch $\frac{1}{3}$ Gr. *Morph. acetic.* in tiefen Schlaf versetzt. Unmittelbar darauf Präparation der Nn. vagi und Einleitung der künstlichen Respiration. Um 12 U. 27 Min. (etwa 10 Min. nach dem Eintritt der Morphium-Narcose) Einspritzung von 6 Milligr. Worara. Das Kymographion wird um 12 U. $53\frac{1}{2}$ Min. (an die Cruralis, wie im vorigen Falle) applicirt.

Um 12 U. 57 Min. 22 Sec. Einspritzung von $\frac{1}{48}$ *Gtt. Nicotin.* (in 1 CC. destillirten Wassers gelöst) in die *Vena jugular. externa.* Dauer der Einspritzung fast 6,9 Sec.

Vor der Einspritzung mittlerer Druck = 106 Mm. (Minimum = 92, Maximum = 120 Mm.); die respiratorischen Elevationen von nahezu gleicher Höhe; Pulsfrequenz constant = 13,25 in 6,9 Sec.

8 Sec. nach vollendeter Einspritzung beginnt der Druck zu sinken; er sinkt innerhalb 11,8 Sec. von 112 bis auf 58 Mm.; die

Zahl der Pulse während dieses Zeitraumes beträgt 18,25 und in den letzten 3,45 Secunden nur 4.

Dann folgt ein Zeitraum von 15 Secunden, in welchem der Druck von 58 Mm. bis auf 166 Mm. steigt, die Zahl der Pulse in diesem Zeitraum beträgt 14.

Zwischen 12 U. 58 Min. 4,1 Sec. und 12 U. 58 Min. 10,3 Sec. werden beide Vagi durchschnitten. Sofort nach der Durchschneidung starke Zunahme der Pulsfrequenz; sie beträgt in den ersten 6,9 Sec. nach der Durchschneidung 19,25 und steigt allmählig so, dass sie kurz vor 12 U. 59 Min. schon 27,25 beträgt. Der Druck erhebt sich zwar ebenfalls nach der Durchschneidung, steigt aber continuirlich erst von 12 U. 58 Min. 21,3 Sec. ab bis 12 U. 59 Min.; in diesem Zeitraum steigt er von 142 Mm. bis auf 252 Mm.

Zwischen 12 U. 59 Min. bis 1 U. 1 Min. beobachtet man ein continuirliches Absinken des Druckes. Am Ende dieses Zeitraumes findet man ihn nur noch = 72 Mm. Die Pulsfrequenz, im Anfange dieses Zeitraumes = 26,75. beträgt gegen das Ende desselben nur noch 23,75.

Um 1 U. 3 Min. 12,4 Sec. zweite Einspritzung von $\frac{1}{24}$ *Gtt. Nicotin.* Dauer der Einspritzung = 15,8 Sec. Der vor der Einspritzung constant gewordene und während derselben constant bleibende mittlere Druck = 77 Mm., beginnt 6,2 Secunden nach der Einspritzung sich rasch zu erheben und steigt von 79 Mm. innerhalb 113 Sec. bis auf 231 Mm. Die Pulsfrequenz, im Anfang dieses Zeitraumes = 25 in 6,9 Sec., beträgt am Ende desselben 26 (vor der Einspritzung hatte sie nur 23 betragen!). Nach erreichter Acme sinken Druck und Pulsfrequenz innerhalb 2 Minuten und 30,3 Secunden, ersterer von 231 Mm. auf 52 Mm., letztere von 26 auf 21,75.

Um 1 U. 8 Min. 42,1 Sec. dritte Einspritzung von $\frac{1}{4}$ *Gtt. Nicotin.* Dauer der Einspritzung = 10,3 Sec.

Vor der Einspritzung mittlerer Druck = 46 Mm. (Maximum = 53 Mm., Minimum = 39 Mm.), Pulsfrequenz innerhalb 6,9 Sec. = 21,5.

In den ersten 8,6 Sec. nach der Einspritzung beobachtet man eine geringe Abnahme des mittlern Druckes und Zunahme der Pulsfrequenz bis auf 23 innerhalb 6,9 Sec.

Von 1 U. 9 Min. 1,03 Sec. beginnt der mittlere Druck rasch in die Höhe zu gehen; er steigt innerhalb 33,7 Sec. von 37 Mm. bis auf 217 Mm. Die Pulsfrequenz zeigt während dieses Zeitraums folgendes Verhalten: Innerhalb

der ersten 5,2 Sec. noch steigend (bis auf 26) beginnt sie hierauf zu sinken, und zwar anfangs (während 5,1 Sec.) allmählig, dann plötzlich, so dass auf die nächsten 21,4 Sec. nicht mehr als 21 Pulse kommen. In den letzten 2 Sec. sieht man sie unter schnellerem Ansteigen des Druckes wieder eben so plötzlich zunehmen.

Von 1 U. 9 Min. 34,7 Sec. bis 1 U. 9 Min. 46,8 Sec. steigt der Druck weiter in die Höhe, aber sehr langsam, i. e. von 217 bis auf 225 Mm. Die Pulsfrequenz, während der ersten 8,1 Sec. dieses Zeitraumes sich nahezu gleichbleibend (auf 6,9 Sec. kommen 14,5 Pulse), steigt dann plötzlich von Neuem, so dass man auf 3,45 Sec. 13,75 Pulse zählt, also in derselben Zeit fast doppelt so viel als vorher.

Von 1 U. 9 Min. 46,8 Sec. bis 1 U. 10 Min. 36 Sec. findet ein continuirliches, anfangs langsameres, dann schnelleres Absinken des mittlern Druckes statt, so dass er am Ende dieses Zeitraumes (von 225 Mm.) bis auf 127 Mm. heruntergegangen ist. Zugleich mit dem Druck sinkt auch die Pulsfrequenz; während man im Beginn dieses Zeitraumes auf 6,9 Sec. 27,75 Pulse zählt, kommen am Ende auf dieselbe Zeit nur 23,75.

Von 1 U. 10 Min. 36 Sec. bis 1 U. 11 Min. erheben sich Druck und Pulsfrequenz von Neuem, ersterer bis auf 205 Mm., letztere bis auf 27 (in 6,9 Sec.), aber um gleich darauf abermals und noch schneller als vorher zu sinken.

Um 1 Uhr 12 Min. beträgt der mittlere Druck nur noch 66 Mm., die Pulsfrequenz (während 6,9 Sec.) nur noch 19,5. Während der nächsten 2 Min. geht das Absinken weit langsamer vor sich, so dass man um 1 U. 14 Min. bei einem mittlern Druck von 37 Min. auf 6,9 Sec. 18,5 Pulse zählt.

Eine vierte Einspritzung von $\frac{1}{2}$ Gtt. Nicotin, die kurz vor 1 U. 16,5 Min. bei einem Druck von 35 Mm. und einer Pulsfrequenz von 18,25 in 6,9 Sec. unternommen wird, bewirkt eine äusserst geringe Erhöhung des Druckes und der Pulsfrequenz. 1 Minute nach erfolgter Injection ist ersterer auf 41 Mm., letztere auf 19,5 gestiegen.

Eine fünfte Einspritzung von 2 Gtt. Nicotin wird kurz vor 1 U. 19$\frac{1}{2}$ Min. bei einem Druck von 34,5 Mm. und einer Pulsfrequenz von 17,5 unternommen. Die Wirkung dieser Einspritzung ist, dass a) der Druck zwar erst spät (1$\frac{1}{2}$ Minuten nach der Einspritzung) sich entschieden zu erheben beginnt, aber dann ziemlich rasch (obwohl bei Weitem nicht so schnell, als nach der dritten

Einspritzung) in die Höhe geht und $3\frac{1}{2}$ Min. nach der Einspritzung ein Maximum von 162 Mm. erreicht; b) dass die Pulsfrequenz gleich nach der Einspritzung zuzunehmen beginnt und zu der Zeit, wo der Druck sein Maximum zeigt, 24 (in 6,9 Sec.) beträgt.

Dagegen beobachtete man nach einer sechsten Einspritzung von 6 Gtt., welche kurz vor 1 U. 26 Min. bei einem mittlern Druck von 96,5 Mm. und einer Pulsfrequenz von 21,75 (also vor dem völligen Ablauf der Wirkung der fünften Einspritzung unternommen wurde:

a) dass der Druck, der schon während der Einspritzung zu sinken begonnen hatte, gleich nach der Einspritzung noch rascher sank, und 36,5 Sec. nach dem Ende der Einspritzung ein Minimum von 47,5 zeigte, hierauf aber wieder, anfangs langsam, dann schnell in die Höhe ging, bis er 1 Min. 40,7 Sec. nach der Einspritzung ein Maximum von 203 Mm. erreichte;

b) dass die Pulsfrequenz erst nach der Einspritzung sich entschieden zu ändern und zwar zu sinken begann, so dass sie um die Zeit, wo der Druck sein Minimum zeigte nur 15,75 betrug, dann aber zugleich mit dem Druck in die Höhe ging, aber nur äusserst langsam, so dass sie selbst zur Zeit des Druckmaximums noch nicht ihre ursprüngliche d. h. die vor der Einspritzung beobachte Höhe erreicht hatte, sondern dieser nur nahe (auf 20) gekommen war.

Die später zu beobachtenden Erscheinungen lasse ich auch hier unerwähnt, da sie sich für den gegenwärtigen Zweck nicht verwerthen lassen.

In den vorstehenden Versuchen tritt uns die auffallende Thatsache entgegen, dass das Nicotin auch nach Durchschneidung der Vagi und zu einer Zeit, wo selbst kleinere Dosen dieses Giftes die Spannung des Aortensystems noch enorm zu steigern vermögen, eine starke Verminderung der Pulsfrequenz verbunden mit momentanem Sinken des Blutdruckes und mit starker Erhöhung der cardialen Elevationen der Druckcurve herbeiführen, also gerade so wirken kann, wie ein schwacher electrischer Reiz wirken würde, der auf die peripherischen Segmente der durchschnittenen Vagi bei suspendirter künstlicher Respiration applicirt wird.

Ich erkläre mir diese Erscheinung dadurch, dass nach Durchschneidung der Nn. vagi das mit dem Blute circulirende Nicotin nicht nur erregend auf das musculo-motorische Herznervensystem wirkt, sondern auch noch die von dem Centrum des regulatorischen

Nervensystems abgetrennten Vagus-Enden oder vielmehr einen mit diesen Enden in Verbindung stehenden glangliösen Theil des Hemmungsapparates zu erregen vermag. †)

Auf den ersten Blick freilich könnten zwei andere Annahmen ebenso berechtigt erscheinen; ich meine a) die Annahme, dass der in Rede stehende Erscheinungscomplex durch eine lähmende Wirkung des Nicotins auf das musculo-motorische Nervensystem bedingt sei, b) die Annahme, dass er die Folge einer durch das Gift herbeigeführten Verminderung der Erregbarkeit des Herzmuskels sei.

Aber gegen diese Annahmen sprechen folgende Thatsachen:

1) dass die fraglichen Erscheinungen nicht als End-, sondern als Anfangs-Stadium der Wirkung einer Nicotin-Dose erscheinen, d. h. dass die Vermehrung der Pulsfrequenz, die das Nicotin auch nach Durchschneidung der Vagi bedingt, der oben erwähnten Verminderung nicht vorhergeht, sondern folgt und dass auch der Druck sein Maximum erst mit dem Eintritt der Pulsbeschleunigung erreicht;

2) dass bei wiederholter Application einer und derselben kleinen Nicotin-Dose jene starke mit Erhöhung der cardialen Elevationen etc. verbundene Verminderung der Pulsfrequenz nur im Gefolge der ersten Einspritzung wahrzunehmen ist, während die zweite Dose nur eine Zunahme der Pulsfrequenz und des Druckes verursacht;

3) dass bei Anwendung kleiner Dosen in allmählig steigender Grösse die der Einspritzung folgende Verminderung der Pulsfrequenz und des Druckes immer später erscheint und schliesslich ganz ausbleiben kann, und erst wieder zum Vorschein kommt, wenn man zu einer grossen Dosis übergeht.

Der z w e i t e n Annahme widersprechen noch besonders die bei durchschnittenen Vagis von mir beobachteten Wirkungen des Worara-Giftes.

Mit meiner Ansicht dagegen sind nicht nur alle diese Thatsachen wohl vereinbar, sondern zu ihren Gunsten spricht auch noch positiv der wichtige Umstand, dass der in Rede stehende Erscheinungs-Complex wenn er durch eine Nicotin-Einspritzung kurz nach Durchschneidung der Vagi hervorgerufen wird, sich in keiner wesentlichen Beziehung von dem unterscheidet, was man vor der Durchschneidung in Folge einer kleineren Dosis zu beobachten Gelegenheit hatte.

---

†) Vgl. hiermit den (gesperrt gedruckten) Satz, der sich auf p. 192 dieses Werkes in der Arbeit über Digitalis findet und elf Jahre früher niedergeschrieben ist.

XVIII.

Ueber den Einfluss der gallensauren Salze auf die Herzthätigkeit.

Nach einem in der Berliner Medicinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage.

I.†)

Es ist eine längst bekannte Thatsache, dass bei starkem und fieberlosem Icterus eine bedeutende Verminderung der Pulsfrequenz stattfindet. Auf der Abtheilung des Herrn Traube befindet sich gegenwärtig ein derartiger Patient, dessen Pulsfrequenz auf 44 in der Minute herabgesunken ist. Diese niedrige Zahl der Pulse ist jedoch nur in horizontaler Lage vorhanden, verlässt Patient dieselbe und nimmt er eine verticale Stellung an, so steigt die Pulsfrequenz, namentlich wenn Patient einige Schritte durch das Zimmer gemacht hat, auf 76 in der Minute.

Wichtig ist dabei der Umstand, dass auch dann noch die Spannung im Aortensystem erheblich vermindert ist.

Es fragt sich nur, wie ist diese interessante Thatsache, zunächst die bedeutende Verminderung der Pulsfrequenz, zu erklären?

Hr. Traube hat in einem vor Kurzem gehaltenen Vortrage darauf hingewiesen, dass eine beträchtliche Verminderung der Pulsfrequenz durch zwei verschiedene Ursachen bewirkt sein kann. In einer Reihe von Fällen ist sie ohne Zweifel das Ergebniss einer abnormen Erregung des Hemmungsnervensystems, so bei der *Meningitis basilaris*, bei der Hirnhämorrhagie, bei Anwendung der Digitalis. Dass bei der *Meningitis basilaris* dieses Moment obwalte, ergiebt sich unter Anderem aus dem Umstande, dass in einem späteren Stadium die Pulsfrequenz eine so hohe Steigerung ge-

---

†) Dieser erste Theil des Vortrages wurde am 3. Februar 1864 gehalten und in der „Berliner Klinischen Wochenschrift", Jahrgang 1864, No. 9. abgedruckt.

winnt, dass sie der nach Durchschneidung der Vagi eintretenden gleichkommt.

In einer zweiten Kategorie von Fällen ist die Pulsverminderung nicht durch Erregung des regulatorischen Herznervensystems, sondern durch eine Affection des Herzmuskels selbst bedingt; hierher gehört die zuweilen sehr beträchtliche Verminderung der Pulsfrequenz, welche als nachkritisches Phänomen bei solchen acuten Krankheiten beobachtet wird, die sich vor dem 14. Tage entscheiden. Man bemerkt dann, nachdem die Temperaturerhöhung verschwunden ist, eine mitunter bis auf 40 in der Minute herabgehende Reduction des Pulses. Hr. Traube hat diese Erscheinung namentlich bei Erysipelas, Pneumonie u. s. w. öfters zu sehen Gelegenheit gehabt.

Zu derselben Kategorie rechnet er jene (in neuerer Zeit von Stockes' wieder hervorgehobenen) Fälle von fettiger Entartung und Schwund des Herzens bei bejahrten Leuten, in denen die Degeneration der Muskelsubstanz von einer Sclerose der Coronararterien bedingt ist. Unter diesen Bedingungen findet man die Pulsfrequenz erheblich, oft bis auf 30 in der Minute, vermindert, wobei der Puls durchaus regelmässig bleiben kann. Bei solchen Kranken stellen sich von Zeit zu Zeit pseudo-apoplectische Anfälle ein, denen mehrtägige Schwerfälligkeit, Schläfrigkeit, Gedächtnissschwäche vorangeht; während des Anfalles beobachtet man neben dem Stertor und der Bewusstlosigkeit eine noch stärkere Erniedrigung der Pulsfrequenz.

Hr. Traube erklärt sich die Pulsverlangsamung in diesen Fällen auf folgende Weise:

Das musculomotorische Herznervensystem hat, um eine Contraction des Herzmuskels hervorzubringen, eine Summe von Widerständen zu überwiegen; je grösser diese Summe ist, desto längere Zeit verfliesst, bis ein Impuls des musculomotorischen Nervensystems eine Contraction des Herzmuskels auszulösen vermag. Bei näherer Betrachtung besteht diese Summe von Widerständen aus zwei Haupt-Summanden: 1) aus dem vom Hemmungsnervensystem geleisteten Widerstande, 2) aus dem Widerstande, welchen der Herzmuskel selbst den Impulsen des musculomotorischen Systems entgegensetzt.

Der letzterwähnte Widerstand wächst im geschwächten Herzmuskel, gleichviel, durch welchen Umstand die Schwäche erzeugt sei, ob durch Ermüdung oder durch verminderten Zufluss von arteriellem Blute, oder durch beginnende Entartung der Muskel-

substanz. Mit dem Anwachsen dieses Widerstandes aber muss die Pulsfrequenz eben so nothwendig abnehmen, wie mit der Zunahme desjenigen Widerstandes, welchen das stärker erregte Hemmungsnervensystem den Impulsen des musculomotorischen Nervensystems entgegensetzt.

Zu dieser zweiten Kategorie von Fällen, in denen die Verminderung der Pulsfrequenz nicht durch Erregung des regulatorischen Herznervensystems bedingt wird, rechnet Traube auch die Verlangsamung des Pulses bei Icterus.

Nach dem Vorgange von Hühnefeld, Budge, v. Dusch und Kühne hat in neuester Zeit Dr. Röhrig in einer verdienstvollen Inaugural-Dissertation „Ueber den Einfluss der Galle auf die Herzthätigkeit" (Leipzig, 1863) die Aufmerksamkeit der Aerzte von Neuem auf die deletären Wirkungen dieser Flüssigkeit gelenkt.

Seine Arbeit resumirt sich in folgenden Schlusssätzen:

1. Die Pulsverlangsamung bei Icterus rührt von der Anwesenheit von Galle im Blute her.

2. Die Pulsverlangsamung kommt durch die specifische Wirkung der gallensauren Salze auf das Herzgangliensystem, durch einen lähmungsartigen Zustand des letzteren zu Stande.

Dass die gallensauren Salze nicht, wie die Digitalis, durch die Erregung des regulatorischen Systems die Verminderung der Pulsfrequenz bewirken, sondern durch ihren lähmenden Einfluss auf das Gangliensystem des Herzens glaubt Röhrig schliessen zu müssen:

a) aus dem ungestörten Fortbestehen aller Functionen, die den Vagusnerven obliegen;

b) aus dem Umstande, dass der Verminderung der Pulsfrequenz niemals eine Zunahme derselben erfolgt;

c) aus der Thatsache, dass nach Durchschneidung der Vagi die pulsvermindernde Wirkung nicht nur nicht ausbleibt, sondern sogar stärker hervortritt; endlich

d) aus der Thatsache, dass eine Verminderung der Pulsfrequenz, oft sogar völliger Stillstand, auch am ausgeschnittenen Froschherzen, beobachtet werden kann, wenn es in unverdünnte Galle oder in eine Lösung von glycocholsaurem oder cholsaurem Natron getaucht wird.

Kurz nach dem Erscheinen der Röhrig'schen Arbeit wurde eine Reihe auf denselben Gegenstand bezüglicher Versuche von Landois veröffentlicht, unter dem Titel: „Ueber den Einfluss der Galle auf die Herzbewegung" (Deutsche Klinik 1863, Nr. 46).

Das Resumé dieser Versuche in dem Centralblatt für die medicinischen Wissenschaften (1863, 5. December) lautet:

„Gegenüber den Angaben Röhrig's betont Verf., dass sowohl Galle, als Lösungen von glycocholsaurem Natron die Pulsfrequenz steigern, wenn sie in kleineren Dosen in das Gefässsystem injicirt oder mit dem ausgeschnittenen Herzen in Berührung gebracht werden. Erst bei Anwendung grösserer Dosen tritt die Verlangsamung so schnell auf, dass sie die Steigerung verdeckt. Dies war bei Röhrig's Versuchen stets der Fall. Landois schliesst sich daher dem von Traube aufgestellten Satze an, dass es kein Gift gebe, welches eine primär lähmende Wirkung auf den Nerven hätte."

Landois bestreitet, wie man hieraus ersieht, nur den einen Theil des dritten Röhrig'schen Satzes, dass nämlich die gallensauren Salze von vorn herein lähmend auf das musculomotorische Nervensystem des Herzens wirken, und keinesweges auch die andere Aufstellung, dass diese Substanzen ausschliesslich das musculomotorische Herznervensystem beeinflussen.

Es würde sich demnach der Sachverhält so herausstellen: In kleinen Gaben würden, wie Landois behauptet, die gallensauren Salze erregend, in grösseren, wie Röhrig sich vorstellt, lähmend auf das musculomotorische System einwirken.

Aber auch in dieser Fassung ist der Schluss ungerechtfertigt, es handelt sich vielmehr um eine Affection des Herzmuskels selbst, dies folgt schon a priori aus einem Satze, der sich ebenfalls aus Traube's früheren Versuchen über Herzgifte gegeben hat, und welcher lautet:

„Es giebt unter den auf die Herznerven wirkenden Giften keines, welches nicht beide Herznervensysteme gleichzeitig in Angriff nimmt."

Der Grund dafür, dass weder Röhrig noch Landois die eigenthümliche Wirkung der gallensauren Salze richtig erkannt haben, liegt zunächst und hauptsächlich in der Mangelhaftigkeit der von ihnen angewendeten Untersuchungsmethode. Nach dem Vorgange Röhrig's hat sich auch Landois lediglich auf Pulszählungen beschränkt, während Traube mit seinem durch jahrelange Bemühungen vervollkommneten Kymographion arbeitete, das neben der Pulsfrequenz auch den Druck im Aortensystem zu messen und überdies die Wirkung jedes Herzgiftes auf Druck und Pulsfrequenz in jedem kleinsten Zeittheilchen vom Augenblick der Anwendung an zu beobachten gestattet. Ferner erfreute sich Traube

des Vortheils, in derselben Weise bereits eine ganze Anzahl von Herzgiften untersucht zu haben, bevor er an die Untersuchung der gallensauren Salze ging, und drittens studirte er die Wirkung dieser Substanzen, indem er sie nicht nur ins Venensystem, sondern auch in die Carotis einspritzte. Von besonderem Werthe für die Sicherheit der Untersuchung ist die von Traube befolgte Methode, an den Thieren nur unter dem Einflusse der Worara-Narcose und der dann eingeleiteten künstlichen Respiration zu experimentiren, wodurch alle durch heftige Bewegungen, Respirationsmodificationen u. s. w. bedingte und unvermeidliche Fehlerquellen ausgeschlossen werden, und das Experiment die Sicherheit eines physikalischen gewinnt.

Die Art, in welcher von Traube die Experimente angestellt wurden, war folgende: Macht man mit ganz kleinen Dosen Worara (4—6 Milligr.) ein Thier bewegungslos, und unterhält dann die künstliche Respiration, so erzielt man einen Druck mittlerer Höhe und eine Pulsfrequenz innerhalb der normalen Grenzen. Injicirt man unter diesen Bedingungen 1—2—6 C.C. einer Lösung von *Natr. choleïnicum (Ph. Bor. Ed.* vij*)* Unc. 2 auf Unc. 4 (und von einer Temperatur, die der des Blutes ziemlich gleichkommt) in die Jugularis, und zwar in der Richtung nach der Peripherie hin, um zu vermeiden, dass das Gift rasch in grosser Menge zum Herzen gelangt, so ergiebt sich stets eine bedeutende Abnahme des Druckes unter gleichzeitiger Zunahme der Pulsfrequenz. — Ist dagegen die Worara-Wirkung sehr beträchtlich, so erhält man ganz dasselbe Resultat wie nach Durchschneidung der Vagi: starke Abnahme des Druckes unter starker Abnahme der Pulsfrequenz. In beiden Fällen aber erfolgt schon nach wenigen Minuten wieder eine Ab- resp. Zunahme der Pulsfrequenz, und gleichzeitig wieder Erhöhung des Druckes.

Es fragt sich nun, wie sind diese Erscheinungen zu erklären? Die Erniedrigung des Druckes bei intakten Vagis kann weder a) von einer starken Erregung des regulatorischen Systemes abhängen, noch b) von einer Lähmung des musculomotorischen, da sowohl im ersten wie im zweiten Falle gleichzeitig eine Verminderung der Pulsfrequenz beobachtet werden müsste, was erfahrungsgemäss nicht der Fall ist. Es kann mithin die bedeutende Erniedrigung des Druckes nur auf den Herzmuskel, und zwar auf einen Schwächezustand desselben bezogen werden.

Es würde sich aber weiter fragen, wovon hängt die Vermehrung der Pulsfrequenz ab? Man könnte auf den ersten Blick an

eine Erregung des musculomotorischen Systems denken, aber diese Annahme widerlegt sich mit der grössten Bestimmtheit, da nach Durchschneidung der Vagi, oder nach Vernichtung der Wirksamkeit des regulatorischen Systems durch Worara die Einspritzung der gallensauren Salze keine Vermehrung, sondern eine Verminderung der Pulsfrequenz hervorruft.

Herr Traube behält sich vor, auf diesen Theil der Frage später im Zusammenhange mit anderen Thatsachen näher einzugehen.

Aus dem Mitgetheilten geht mit Sicherheit hervor, dass nur im Herzmuskel die Ursache der Druckverminderung gelegen sein kann. Er fragt sich: wie kann der Herzmuskel in diesen Zustand der Schwäche versetzt werden? Am nächsten liegt die Annahme, dass der Zustand, in welchen die Blutkörperchen durch die Einspritzung der gallensauren Salze versetzt werden, die Bedingung jener Erscheinung abgiebt. Lässt man unter dem Mikroskope die Vermischung eines Bluttröpfchens mit einer Lösung von gallensaurem Natron vor sich gehen, so sieht man die Blutkörperchen mit Rapidität verschwinden, etwa wie kleine Schneemassen in warmem Wasser schmelzen, eine Erscheinung, welche schon von Hühnefeld beobachtet worden ist.

Spritzt man nun eine Quantität einer Lösung von gallensaurem Salze in die Jugularis, so kommt nach kurzer Zeit ein mit dieser Substanz reichlich versehenes Blut in das rechte Herz, und bald darauf durch die Coronar-Arterien in die Capillaren des Herzmuskels. Dieser erhält somit ein Blut, dessen rothe Blutkörperchen in ihrer Structur verändert oder zerstört sind, das mithin den Gaswechsel, dessen Träger die Blutkörperchen sind, nicht vermitteln, und somit nicht mit der normalen Sauerstoffmenge auf die Muskelsubstanz wirken kann. — Für diese Annahme spricht besonders die Flüchtigkeit des Phänomens; man kann, vorausgesetzt, dass man nicht zu grosse Quantitäten nimmt, und somit eine zu grosse Menge von Blutkörperchen zerstört, mehrere Einspritzungen nach einander mit fast gleichem Resultate machen.

Die Anwendung dieser Thatsachen auf die Erklärung der verminderten Pulsfrequenz bei afebrilem Icterus liegt nahe. Die gallensauren Salze, die allmählig, wie sie in der Leber bereitet werden, und zwar vorzugsweise durch die Lymphe in das Blut gelangen, stören hier die rothen Blutkörperchen in der Function, welche sie beim Gaswechsel üben. Der Herzmuskel erhält ein schlecht mit Sauerstoff versehenes Blnt und setzt den Impulsen des musculo-

motorischen Systemes einen grösseren Widerstand entgegen, und so kann sich, trotzdem das Hemmungsnervensystem normal oder selbst in geringerem Grade functionirt, doch ein Resultat herausbilden, als ob wir eine starke Erregung dieses Systems vor uns hätten.

II.†)

Am Schlusse seines in der Sitzung vom 3. Februar gehaltenen Vortrages hatte Herr Traube bemerkt, dass jede Einspritzung gallensaurer Salze in die *Vena jugularis* eine beträchtliche Erniedrigung des Blutdruckes zur Folge habe, gleichviel, ob die Dosis des eingespritzten Mittels eine grosse oder kleine gewesen; neben dieser Abnahme des Druckes bemerkt man eine Zunahme der Pulsfrequenz, wenn das Hemmungsnervensystem in starker oder wenigstens mässiger Wirksamkeit ist, dagegen eine Abnahme der Pulsfrequenz, wenn die Wirksamkeit dieses Systems, sei es durch Durchschneidung der Vagi, sei es durch starke Worara-Dosen, vernichtet ist.

Zu diesen Thatsachen kommt noch eine dritte, damals nicht erwähnte. Auch dann, wenn noch ein minimaler Grad von Wirksamkeit des regulatorischen Nervensystems gegeben ist, beobachtet man während der Abnahme des Druckes eine erhebliche Abnahme der Pulsfrequenz, also ein Verhalten, ganz identisch mit demjenigen, welches man bei vollständig aufgehobener Wirksamkeit des regulatorischen Systems beobachtet.

Zum Verständniss dieses minimalen Grades von Wirksamkeit des regulatorischen Systems weist Hr. Traube auf folgendes Experiment hin:

Es wird bei einem Thiere eine ziemlich starke Worara-Wirkung hervorgerufen und künstliche Respiration eingeleitet. Beim Beginn des Experimentes lässt man etwas kohlensaures Natron aus derjenigen Röhre, welche die Communication des Manometers mit der Arterie vermittelt, in letztere übertreten; das kohlensaure Natron gehört, wie Hr. Traube bereits früher dargethan, zu den stärksten Erregungsmitteln des Herzens; unter dem Einfluss dieses Mittels und der ziemlich starken Worara-Wirkung gestalten sich nun Curven von eigenthümlicher Beschaffenheit; die, unter dem Einflusse der blossen Worara-Wirkung ziemlich gleichschenkligen, respiratorischen Elevationen werden ungleichschenklig, die Zahl der cardialen Elevationen im absteigenden Schenkel wird geringer, und ausserdem

†) Dieser Theil des Vortrages wurde am 24. Februa 1864 gehalten und in No. 15 der „Berliner Klinischen Wochenschrift" vom Jahre 1864 abgedruckt.

zeigen sich in diesem letzteren eigenthümliche, zuerst von Herrn Traube beobachtete und von ihm mit dem Namen zweispitzige Wellen bezeichnete Elevationen. — Diese zweispitzigen Wellen erinnern zunächst an den *Pulsus dicrotus*, sind jedoch von demselben, wenigstens von dem, was man jetzt ausschliesslich unter diesem Namen versteht, durchaus verschieden; die Alten begriffen unter dieser Bezeichnung zweierlei Erscheinungen, von denen die eine (welche den zweispitzigen Wellen entspricht) jedoch im Laufe der Zeit gänzlich in Vergessenheit gerieth. Der Unterschied des *Pulsus dicrotus* (nach der gewöhnlichen Begriffsbestimmung) von den zweispitzigen Wellen besteht darin, dass der erstere durch zwei Pulselevationen dargestellt wird, welche Einer Herzcontraction entsprechen, während bei den letzteren die beiden Elevationen durch zwei Herzcontractionen bedingt werden, welche rasch auf einander folgen, und auf welche dann eine Pause eintritt, die länger ist als die zwischen den beiden Herzcontractionen der zweispitigen Welle liegende.

Zum ersten Male ward dieses Phänomen (welches Hr. Traube in der letzten Zeit auch am Krankenbett und zwar in einem sehr schweren Falle acuter Krankheit 36 Stunden vor dem Tode beobachtete) bei Gelegenheit des Studiums der Wirkungen wahrgenommen, welche die Suspension der künstlichen Respiration bei worarisirten Thieren (Hunden) hervorruft: Wenn man bei einem Thiere, bei dem eine Zeit lang unter dem Einflusse der künstlichen Respiration der mittlere Druck ein gleichmässiger geworden, die Einblasungen unterbricht, dann steigt der Druck mächtig in die Höhe, und dieses Ansteigen kann mehrere Minuten lang dauern. Macht man eine solche Suspension bei einem Thiere, dem die Vagi durchschnitten sind, so bemerkt man in demjenigen Stadium, in welchem der Druck bereits wieder im starken Sinken begriffen ist, also kurze Zeit vor dem Herztode, die zweispitzigen Wellen; sie gehen jedoch dem Herztode nicht unmittelbar voran, sondern es folgen ihnen noch einzelne grössere oder vielmehr längere Elevationen *(Pulsus rarus et tardus)*, und dann erst tritt, während die Pulsfrequenz immer mehr abnimmt, der Herztod ein. Dass es sich hier nicht um eine Worara-Wirkung handle, geht aus folgendem Umstande hervor. Nach Einspritzung grösserer Dosen von gallensaurem Natron in die Carotis werden die Thiere apnoetisch, und auch hier beobachtet man kurz vor dem Herztode die zweispitzigen Wellen. Es kommen aber die zweispitzigen Wellen nicht bloss nach Suspension der künstlichen Respirationen bei durchschnittenen, sondern auch bei intacten Vagis

vor. Wird bei intacten Vagis die künstliche Respiration suspendirt, so nimmt nicht bloss der Druck bedeutend zu, sondern es tritt auch eine allmälig immer stärker werdende Verminderung der Pulsfrequenz ein, die auf stärkerer Erregung der Vagi beruht. Gegen die Acme der Suspension aber nimmt die Pulsfrequenz wieder zu und erlangt nach mehreren Minuten wieder eine bedeutende Grösse. Erst nachdem dieses Stadium eingetreten, kommen die zweispitzigen Wellen zum Vorschein, also nachdem die starke Erregung der Vagi bereits vorüber und es den Anschein hat, als ob das regulatorische System unter dem Einfluss der Suspension vollständig gelähmt sei.

Zum Verständniss dieses Phänomens ist es nothwendig, einige Bemerkungen über die Herznerven-Centra vorauszuschicken. Es hat sich die Lehre von den Herznerven-Centris in der letzten Zeit complicirter gestaltet, als es zunächst den Anschein hatte. Die von Eduard Weber aufgefundenen Thatsachen stehen zwar unangetastet da, durch die weiteren Untersuchungen aber hat sich herausgestellt, dass jedes der beiden Herznervensysteme in einen spinalen und cardialen Theil zerfalle. In Bezug auf das regulatorische System haben schon vor vielen Jahren Traube's Versuche über Digitalis auf dieses Sachverhältniss hingedeutet, völlig klar herausgestellt ward dasselbe jedoch erst durch die Versuche mit Nicotin. Injicirt man eine kleine Dosis dieser Substanz, z. B. $\frac{1}{100}$ Tropfen, in die *Vena jugularis*, so erhält man eine mächtige Wirkung auf die Herznerven. Die Pulsfrequenz wird bedeutend vermindert; der Druck, Anfangs ebenfalls sinkend, steigt dann unter Wiederzunahme der Pulsfrequenz mächtig in die Höhe. Spritzt man dieselbe Dosis bei durchschnittenen Vagis ein, so erhält man eine sehr geringe oder gar keine Wirkung, während man durch Anwendung grösserer Dosen eine sehr intensive Wirkung von derselben Qualität, wie die zuerst erwähnte, zu erzielen im Stande ist. Es muss also das Nicotin bei durchschnittenen Vagis entweder noch auf den peripherischen Theil dieser Nerven wirken, oder es muss ein zweites regulatorisches Centrum im Herzen sein. Und im letzteren Falle müssten wir das regulatorische Herznervensystem als mit zwei Centris versehen denken. Es gäbe dann 1) eine Anhäufung von Ganglienzellen in der *Medulla oblongata* (spinales Centrum), und 2) eine eben solche Anhäufung im Herzen selbst (cardiales Centrum). Letzteres wäre an der Gränze zwischen Vorhof und Venensinus gelegen. Denn Stannius hat bekanntlich gezeigt, dass, wenn man an dieser Stelle am ausgeschnittenen Froschherzen eine Ligatur anlegt oder einen Schnitt macht, sofort ein Stillstand des Herzens

in der Diastole eintritt, das stillstehende Herz aber sofort wieder zu pulsiren anfängt, sobald man eine zweite Ligatur oder einen zweiten Scheerenschnitt in der Gegend zwischen Atrium und Ventrikel anlegt. Durch die erste Ligatur ward das cardiale Centrum des Hemmungsnervensystems erregt; durch die zweite Ligatur wurde diese Erregung vernichtet, indem man eine Continuitätstrennung zwischen dem cardialen Centrum und seiner peripherischen Ausbreitung setzt.

Die stärkste hemmende Wirkung wird natürlich erzielt, wenn beide Hemmungsnervensysteme, die durch Vagusfasern mit einander in Verbindung stehen, gleichzeitig erregt werden: Injicirt man z. B. Nicotin in die *Vena jugularis*, so gelangt das Gift zum cardialen Centrum (durch die Coranar-Arterien), und sehr bald darauf auch zum spinalen; die Erregung beider summirt sich, und das Maximum der Wirkung tritt ein. Schwächer ist die Wirkung, wenn nur ein Centrum erregt wird. Injicirt man Nicotin in die Carotis, so wird zunächst nur das spinale Centrum erregt. und man erhält eine viel geringere Wirkung, als bei Injection derselben Dosis in die *Vena jugularis.* Injicirt man bei durchschnittenen Vagis Nicotin in die *Vena jugularis*, so ruft man isolirte Erregung des cardialen Centrums hervor, und die Wirkung ist ebenfalls eine schwächere.

Wie das regulatorische, scheint auch das musculo-motorische System zwei Centra zu haben. Die Existenz des cardialen Centrums wird durch ein uraltes Experiment: das Fortpulsiren des ausgeschnittenen Herzens, erwiesen, die des spinalen hat v. Betzold in seinem Werke: „Ueber die Innervation des Herzens“, wahrscheinlich gemacht. Bei Gelegenheit dieses Buches sieht sich Hr. Traube zu folgenden Bemerkungen veranlasst: 1) Hr. v. Betzold gesteht, dass er hauptsächlich auf Grund der von Traube gehandhabten Methode, die er (v. Betzold) als Augenzeuge kennen zu lernen Gelegenheit gehabt, zu seinen Hauptresultaten gekommen sei. Herr Traube kann die Priorität der Methode, mit Worara zu experimentiren, nicht für sich in Anspruch nehmen, da er nachträglich darauf aufmerksam gemacht wurde, dass schon vor ihm Bernard und Flint diese Methode zu einzelnen Versuchen benutzt haben. Er vindicirt sich nur das, zuerst gezeigt zu haben, dass hämodynamische Versuche nur dann eine physikalische Präcision erhalten wenn sie unter Anwendung des Worara-Giftes bei regelmässig ausgeführter künstlicher Respiration gemacht werden. 2) Herr v. Betzold glaubt, dass Herr Traube auf seine Methode durch

die Betzold'sche Entdeckung über das Verhalten der Vagi bei Worara-Wirkung gekommen sei; dies ist nicht der Fall; v. Betzold hat nur nachgewiesen, dass bei Worara-Wirkung ein Stadium existirt, in welchem die Vagi durch elektrische Reizung noch erregt werden können, nicht aber, dass das Hemmungsnervensystem noch zu fungiren vermag zu einer Zeit, wo das Thier in Folge der Worara-Wirkung vollkommen bewegungslos ist; diese Thatsache ist erst durch Traube's Untersuchungen festgestellt worden. Auf mehrere andere Thatsachen, als deren Autor sich Herr v. Betzold bezeichnet, die aber schon früher von Herrn Traube mitgetheilt worden, wird der Letztere in einem grösseren, unter der Presse befindlichen Werke zurückkommen.

Herr Traube wendet sich nach dieser Excursion zur Erörterung der Frage: Was bedeuten die zweispitzigen Wellen? Sie zeigen stets eine beginnende Erregung des cardialen Theiles des regulatorischen Herznervensystems an. Dies beweist unter Anderem folgende Thatsache. Wenn man bei starker Worara-Wirkung Suspension der künstlichen Respiration eintreten lässt, so documentirt sich die beginnende Wirkung auf das Hemmungsnervensystem öfters durch zweispitzige Wellen; erst nachdem diese erschienen, kommt es zu einer starken Verminderung der Pulsfrequenz, die sich durch Vagidurchschneidung beseitigen lässt.

Wie erklärt sich ferner die Thatsache, dass bei Erniedrigung des Druckes, wie sie durch Einspritzung von gallensauren Salzen in die *Vena jugularis* erzielt wird, eine bedeutende Vermehrung der Pulsfrequenz eintreten kann? — Herr Landois irrt entschieden, wenn er den Satz aufstellt, dass bei kleineren Dosen von gallensauren Salzen stets Vermehrung, bei grossen stets Verminderung der Pulsfrequenz eintrete. Diese Verschiedenheit ist durchaus nicht bloss abhängig von der Grösse der Dosis, sondern wird, wenigstens bei Hunden, auch dadurch bedingt, ob das regulatorische System in grösserer oder geringerer Wirksamkeit ist. Ist dies System in starker Wirksamkeit, so bekommen wir durch die Einspritzung der gallensauren Salze neben Erniedrigung des Druckes stets bedeutende Vermehrung der Pulsfrequenz, dagegen wird diese Einspritzung stets Verminderung der Pulsfrequenz hervorrufen, wenn die Wirksamkeit des spinalen Theiles des regulatorischen Systems aufgehoben ist, also nach Durchschneidung der Vagi oder bei starker Worara-Wirkung.

Dass die gallensauren Salze, indem sie die Thätigkeit des Herzmuskels herabsetzen, zugleich die Pulsfrequenz vermehren können,

erklärt sich Herr Traube folgendermassen: Unter dem Einflusse eines Blutes, dessen Blutkörperchen theils zerstört, theils für den Gaswechsel unbrauchbar gemacht sind, büsst nicht nur der Herzmuskel an Energie ein, sondern ermangeln auch die beiden cardialen Theile der Herznervensysteme ihrer normalen Lebensbedingungen, beide müssen eine geringere Action entfalten, als gewöhnlich, aber die Wirksamkeit des cardialen regulatorischen Centrums wird, da seine Nervenbahnen länger sind, früher erlöschen, als die des musculo-motorischen. — Sind die Vagi durchschnitten, dann tritt wegen des zurückbleibenden Minimums von regulatorischer Kraft der lähmende Erfolg der Blutkörperchen-Zerstörung ausschliesslich im musculo-motorischen Nervensystem hervor, und wir beobachten zugleich mit dem Sinken des Druckes eine Abnahme der Pulsfrequenz.

Durchaus verschieden von den Wirkungen, welche man bei Einspritzung der gallensauren Salze in die *Vena jugularis* beobachtet, sind diejenigen, welche man bei Einspritzungen in die Carotis erhält. Hier beobachtet man zuerst eine bedeutende Erhöhung des Druckes, im Anfange Erniedrigung, bald darauf aber Vermehrung der Pulsfrequenz. Hier wirken die gallensauren Salze direct auf die beiden spinalen Centra der Herznervensysteme. Eine Thatsache von pathologischem Interesse ist die, dass man bei Einspritzungen in die Carotis Blutextravasate am Auge derselben Seite beobachtet. Nach Eröffnung der Schädelhöhle sieht man ähnliche Extravasate an den Meningen und der Cerebralsubstanz; diese Extravasate unterscheiden sich von den gewöhnlichen dadurch, dass sie nie scharf abgegränzt sind; es bildet sich zuerst ein rother Hof um die Gefässe und indem diese Höfe zusammenfliessen, entstehen schliesslich blutige Suffusionen in grösserer Ausdehnung. Das Zustandekommen dieser Suffusionen erklärt sich folgendermassen: Durch die Zerstörung der Blutkörperchen wird Hämatin frei, welches in Blutserum gelöst wird und mit demselben in die umliegenden Gewebe diffundirt.

Man könnte zu der Voraussetzung kommen, dass die Wirkung der gallensauren Salze lediglich durch das Zustandekommen dieser Ecchymosen vermittelt werde; indessen lassen sich Thatsachen dafür beibringen, dass es sich hier um eine directe Wirkung auf die Nervensubstanz handle. Wie bei allen auf die Nervensubstanz wirkenden Mitteln (man darf hier nur an die bekannte Thatsache der sich allmählig abstumpfenden Opium-Wirkung erinnern) büssen auch die gallensauren Salze bei öfterer Wiederholung ihre Wirkung ein, so dass man zu immer grösseren Dosen greifen muss, um die Effecte des Experimentes darzustellen; aber selbst wenn die grössten

Dosen in die Carotis eingespritzt endlich ganz wirkungslos bleiben, so entfalten Einspritzungen von Nicotin immer noch die allerstärksten Wirkungen auf das regulatorische und musculo-motorische System.

Wir kommen hier auf eine Thatsache, die von Herrn Traube schon in Bezug auf andere Herzgifte nachgewiesen wurde, auf eine enorme Verschiedenheit der Wirkung, je nachdem das Gift in die *Vena jugularis* oder in die Carotis eingespritzt wird. Man kann die Effecte einer Injection von gallensauren Salzen in die *Vena jugularis* durch eine unmittelbar darauf folgende in die Carotis vollkommen aufheben: Spritzt man bei durchschnittenen Vagis gallensaure Salze in die *Vena jugularis*, so erzielt man eminente Erniedrigung des Druckes und Abnahme der Pulsfrequenz; spritzt man nun, während Druck und Pulsfrequenz im Sinken begriffen, eine eben solche Dosis in die Carotis, so steigt sofort Druck und Pulsfrequenz. Macht man denselben Versuch bei intacten Vagis, so erhält man nach der Injection in die Vene: Erniedrigung des Druckes und Zunahme der Pulsfrequenz; spritzt man, nachdem diese Wirkung ein gewisses Maximum erreicht, dieselbe Lösung in die Carotis, so hat man sofort Erhöhung des Druckes und Erniedrigung der Pulsfrequenz.

Schliesslich wendet sich Herr Traube zu den energischen Wirkungen der gallensauren Salze auf das Respirationssystem: Injicirt man in die Carotis eines mit Morphium narcotisirten, ruhig und gleichmässig athmenden Thieres eine Quantität von gallensaurem Natron, so stellt sich ein enormer Respirationskrampf ein, bei welchem das Zwerchfell in die stärkste Inspirationsstellung steigt; unmittelbar darauf erfolgt Apnoe; das Herz schlägt zwar weiter, aber das Thier athmet nicht mehr; durch künstliche Respiration kann man das Thier, oder vielmehr das Herz, am Leben erhalten. — Experimentirt man mit kleinen Dosen, so erhält man die stärkste Verminderung der Respirationsfrequenz, welche überhaupt experimentell erzielt werden kann (etwa 2 Respirationen in der Minute); die respiratorischen Elevationen ziehen sich enorm in die Länge, und man kann jeden einzelnen Theil der Respiration in seiner Wirkung auf die Herzthätigkeit studiren, ein Problem, welches früheren Experimentatoren erhebliche Schwierigkeiten entgegenstellte.

Röhrig spricht in seiner verdienstvollen Arbeit die Vermuthung aus, dass möglicherweise die gallensauren Salze als ein mächtiges Antiphlogisticum Verwendung finden dürften. Herr Traube bezweifelt, dass diese Hoffnung sich realisiren werde. Lassen sich

die energischen Wirkungen auf den Herzmuskel auf Zerstörung der Blutkörperchen zurückführen, so würden die gallensauren Salze ein sehr precäres Mittel sein, da man schwerlich die Dosen genau genug würde berechnen können, um zu bestimmen, wie viele Blutkörperchen zerstört werden sollen. Der Aderlass wirkt allerdings auch dadurch, dass wir eine grosse Anzahl von Blutkörperchen ausser Function setzen, die zurückbleibenden aber lassen wir intact.

Ein zweites bei der therapeutischen Anwendung der gallensauren Salze in Rücksicht zu nehmendes Moment ist die von ihnen gesetzte Neigung zu Blutextravasaten, welche auch in einer klinischen Thatsache, der bei chronischem wie acutem Icterus vorherrschenden Disposition zu Blutungen, ihre Bestätigung findet. Herr Traube hatte neulich auf seiner Abtheilung einen Fall von sogenanntem *Icterus gravis*, bei welchem sich auf beiden Conjunctivae, oberhalb der Cornea und bedeckt von den oberen Augenlidern, Extravasate fanden. Möglicherweise könnte dieses Symptom im Hinblick auf die hier mitgetheilten Thatsachen ein erhebliches diagnostisches Interesse gewinnen.

XIX.

Ueber den Antheil des regulatorischen Herznervensystems an der Arbeit des Herzens.

(Nach einem am 11. Mai in der Berliner medicinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage.) †)

Die Lehre von der Herzthätigkeit hat in neuester Zeit viele Kräfte beschäftigt, aber eine Grundfrage ist dabei wenig besprochen worden, nämlich die: welche Bedeutung hat das regulatorische Herznervensystem für die Oeconomie, in specie für den Circulationsapparat. Offenbar wäre das eine höchst äusserliche Antwort, welche den ganzen Nutzen des regulatorischen Herznervensystems darin fände, dass durch die Erregung desselben die Pulsfrequenz vermindert wird. Man würde dann weiter nach dem Nutzen dieser Verminderung der Pulsfrequenz fragen müssen.

Unsere Ansicht ist: „Durch das regulatorische Herznervensystem wird der Verbrauch der dem Herzen zugeführten Spannkräfte in rhythmischer Weise retardirt."

Die Spannkräfte, die dem Herzen zufliessen, sind in dem die Coronar-Arterien durchströmenden Blute enthalten; sie werden daher dem Herzmuskel und dem musculo-motorischen Nervensystem continuirlich zugeführt. Würde dem entsprechend das Herz sich viel häufiger als normal zusammenziehen, dann müsste leicht der Fall eintreten können, dass der Zufluss von Spannkräften mit deren Verbrauch nicht Schritt hält, und der Herzmuskel in einen gefährlichen Ermüdungszustand geräth.

†) Aus der „Allg. Medicin. Central-Zeitung", Jahrgang XXXIII, Stück 42, d. d. 24. Mai 1864 mit unbedeutenden nur stylistischen Veränderungen abgedruckt.

Man kann für diese Ansicht Folgendes anführen.

Zunächst den alten Versuch, dass nach Durchschneidung der Vagi die Thiere in kurzer Zeit sterben. Freilich ist dieses Experiment ziemlich complicirt. Ich habe bewiesen, dass wegen mangelhafter Verschliessung der Glottis die von der Mundschleimhaut und den Speicheldrüsen abgesonderten Flüssigkeiten in die Luftwege gelangen und eine ausgebreitete Bronchopneumonie erzeugen; aber die Thiere sterben auch nach vollständiger Isolirung des Respirations- vom Digestionsapparat. Man könnte ferner glauben, dass der Tod eintrete, weil die Thiere keine Nahrung aufnehmen; aber aus anderen Versuchen weiss man, dass bei vollkommenem Abschluss von Nahrungszufuhr die Thiere erst nach längerer Zeit zu Grunde gehen, während ich Kaninchen, bei denen der Respirations- vom Digestionstractus isolirt war, nach der Vagusdurchschneidung spätestens in 48 Stunden sterben sah. Man wird also zu der Vermuthung gedrängt, dass die Thiere deshalb zu Grunde gehen, weil das Herz sich jetzt häufiger zusammenzieht und in Folge der häufigen Contractionen die Zufuhr von Spannkräften nicht mit dem Verbrauch gleichen Schritt hält. Allerdings aber ist dieses nur eine Deutung, welche, trotz ihrer Wahrscheinlichkeit, keine entschiedene Beweiskraft für sich in Anspruch nehmen kann.

Weit mehr Gewicht legen wir auf folgende zwei Versuche: Wenn man bei Thieren, die durch Worara bewegungslos gemacht sind, bei Unterhaltung der künstlichen Respiration, die Nn. vagi am Halse durchschneidet, und darauf das cardiale Segment eines oder beider Vagi mittelst des electrischen Stromes reizt, so bewirkt man hierdurch, sobald die Vergiftung keine sehr intensive ist, sehr lang dauernde Diastolen, die oft über $\frac{1}{4}$ Minute lang sind. So wie eine lang dauernde Diastole eintritt, sinkt der Druck mit grosser Geschwindigkeit in abnehmendem Masse, und endlich bleibt er auf fast gleicher Höhe; sobald man aber mit der Reizung aufhört, steigt der Druck mit grosser Rapidität, und zwar weit über den Punkt hinaus, den er früher, d. h. vor der Vagus-Reizung, eingenommen hatte, 50—60, ja selbst 100 Mm. höher als vorher. Es ist bei diesen Versuchen alles so exact arrangirt, dass auch nicht die allergeringste Veränderung mit dem Thiere vorgeht, welche das Resultat anderweitig beeinflussen könnte. Das Experiment ist ein vollkommen reines. Das Phänomen, welches hier hervortritt, muss offenbar folgendermassen erklärt werden: Während der Reizung der Vagi muss in Folge der lang dauernden Diastolen der Druck natürlicherweise sinken. Da nämlich das Aortensystem sehr elastisch ist, und

durch die Blutanfüllung die einzelnen Gefässröhren stark ausgedehnt sind, so werden sich diese, auch wenn keine weitere Blutzufuhr stattfindet, dennoch fortdauernd zusammenziehen und so lange Blut in die Capillaren treiben, bis der Druck im Arterien- und Venensystem gleich, also im ersteren so niedrig als möglich geworden ist. Während der langen Diastole muss aber nothwendigerweise auch fortdauernd Blut den Capillaren des Herzens zufliessen, und es muss sich hierdurch Spannkraft im Herzmuskel anhäufen. Hört nun die Reizung der Vagi und mit ihr die lange Dauer der Diastolen auf, so muss der Druck nothwendig wieder in die Höhe steigen; und da sich inzwischen ein Quantum von Spannkräften im Herzmuskel angehäuft hat, so wird der Druck über das früher beobachtete Maass sich erheben müssen.

Schon dies eine Experiment würde also genügen, um den oben aufgestellten Satz hinlänglich zu beweisen; es giebt aber noch ein zweites noch schlagenderes, welches ebenfalls immer mit gleichem Erfolge an Thieren, die durch kleine Dosen Worara bewegungslos gemacht sind und bei denen die künstliche Respiration unterhalten wird, wiederholt werden kann. Durchschneidet man solchen Thieren die Vagi und unterbricht dann die künstliche Respiration, so dauert es 4—5 Minuten, selten etwas länger, bis das Herz und zwar zuerst der linke Ventrikel, abstirbt, und damit die gewöhnlichen Veränderungen an der Spannungscurve des Aortensystems verschwinden. Lässt man hingegen die Vagi intact und unterbricht die künstliche Respiration, so dauert es bei weitem länger, bis der Tod des linken Ventrikels eintritt; selbst bis in die 11. Minute konnte die Suspension der Athmung verlängert werden, ehe die Pulsationen der Crural-Arterie für das Kymographion verschwanden.

XX.

Ueber die Einwirkung des Kali nitricum auf die Herzthätigkeit.

(Nach einem am 25. Mai in der Berliner medicinischen Gesellschaft gehaltenen Vortrage.) †)

Neuerlichst ist durch eine unter Claude Bernard's Anleitung gemachte Arbeit unsere Aufmerksamkeit auf ein höchst merkwürdiges Verhalten der Kalisalze hingelenkt worden. — Zur Zeit als ich noch die Klinik besuchte, kam das Natron nitricum, der sogenannte kubische Salpeter, in Aufnahme. Man glaubte, dass es das Kali nitricum ersetzen könne, indem es alle Wirkungen des Salpeters besitze, und dabei noch den Vortheil voraus habe, nicht gleich diesem den Magen zu belästigen. Solchen Anschauungen gegenüber mussten die erwähnten experimentellen Ergebnisse um so auffallender erscheinen, als sie darthun, dass die Kalisalze, unmittelbar ins Blut gebracht, unter denselben Bedingungen eminent giftig wirken, unter welchen die Natronsalze sich als unschädlich erweisen.

Diese Resultate ins Auge fassend, machte ich mich an die kymographische Untersuchung des Kali nitricum an worarisirten Thieren, bei denen die künstliche Respiration unterhalten wurde. Trotz der Kenntniss der giftigen Natur der Kalisalze war ich doch im hohen Grade überrascht, als ich fand, dass schon etwa 5 Gran des Salpeters, in die Vena jugularis eines mittelgrossen Hundes injicirt, ausreichen, um sofort den Herztod herbeizuführen. Das erste Experiment dieser Art stellte ich am 18. April d. J. an. Ich wandte eine Lösung von einer halben Unze Kali nitric. auf zwei Unzen Wasser an und spritzte davon einen Cubikcentimeter ein. Das Experiment wurde an einem mittelgrossen Thier, wie es gewöhnlich

---

†) Abgedruckt aus der „Allg. Medicinischen Central-Zeitung“, Jahrg. 1864, Stück 44, d. d. 1. Juni.

zu derartigen Experimenten benutzt wird, angestellt. Durch Ueberfliessen von kohlensaurem Natron in die Arterien war eine starke Druckerhöhung und eine bedeutende Verminderung der Pulsfrequenz eingetreten. Als nun die obige Lösung des Kali nitricum eingespritzt wurde, sank mit grosser Rapidität der Druck; der Herztod trat fast momentan ein und trotz fortgesetzter künstlicher Respiration war das Herz nicht wieder zum Leben zu erwecken. Angesichts dieses Experiments musste ich natürlich sofort darauf ausgehen, kleinere Dosen anzuwenden; von da ab benutzte ich eine Lösung von einer halben Unze Kali nitricum auf 6 Unzen Wasser, von der ich auch einen Cubikcentimeter, also eine dreifach schwächere Lösung, einspritzte. Eine solche Injection enthält noch nicht zwei Gran des Salzes. Als ich mit dieser schwächeren Lösung experimentirte, stellte sich in der That ein weiteres und sehr interessantes Resultat ein. Wenn ich die Curven ansehe, die ich auf diese Weise erhalten habe, so vermag ich kaum einen Unterschied anzugeben zwischen diesen und den durch Digitalis erhaltenen Curven: der Druck steigt auch hier unter Abnahme der Pulsfrequenz. Bei demselben Thier injicirte ich hierauf zwei Cubikcentimeter derselben Lösung zu einer Zeit, wo die von der ersten Dose bewirkte Veränderung im Vorübergehen war und jetzt bekam ich eine noch stärkere Wirkung. Zugleich mit der Verminderung der Pulsfrequenz und der Zunahme des Drucks beobachtete man auch eine beträchtliche Erhöhung der cardialen Elevationen der Druckcurven. Doch auch diese Wirkung ging rasch vorüber. Jetzt spritzte ich drei Cubikcentimeter der Flüssigkeit ein, also der Menge des darin enthaltenen Salpeters nach gerade so viel wie beim ersten Experiment, und wiederum trat der Herztod äusserst rapid ein. Es scheint also in der That, dass schon circa fünf Gran des Kali nitricum in das Venensystem eines mittelgrossen Hundes eingespritzt, den Herztod herbeizuführen vermögen.

Wie verhält sich das Herz unter diesen Umständen?

Auffallender Weise sind die Erscheinungen auch hier vollkommen denen bei der Digitalisvergiftung gleich. Wie ich in meinen letzten Vorträgen gezeigt habe, ist die Wirkung der Digitalis eine mannigfachere, als sich auf den ersten Blick vermuthen liess.*)

---

*) Zu meinem Erstaunen habe ich kürzlich eine Arbeit des Dr. Marmé über Digitalis, die sich in den gelehrten Göttinger Anzeigen findet, zu Gesicht bekommen, die an meine Untersuchungen vom Jahre 1851 anknüpft und alle meine späteren, von Zeit zu Zeit publicirten Vorträge und Arbeiten, in denen ich die ursprünglichen Resultate noch erweiterte, ganz ausser Acht lässt.

Es ergab sich nämlich, dass die Digitalis nicht blos auf das regulatorische und muskulomotorische Herznervensystem wirkt, sondern auch auf die Muskelsubstanz des Herzens selbst. Wenn der Tod durch Digitalis eintritt, findet man bei sofortiger Eröffnung des Thorax das Herz vollständig bewegungslos. Lässt man jetzt die stärksten inducirten Ströme auf dasselbe wirken, so vermag man auch nicht die Spur einer Contraction hervorzubringen, weder am ganzen Herzen noch an den einzelnen Muskelbündeln, während man zur selben Zeit und noch über eine halbe Stunde lang an den einzelnen Körpermuskeln und selbst noch am Zwerchfell durch schwächere Ströme starke Zuckungen hervorrufen kann. Ganz so verhält sich das Herz, wenn der Tod durch Kali nitricum eingetreten ist.

Wir haben hiernach zwei Punkte, in welchen die Wirkung des Kali nitricum mit der der Digitalis übereinstimmt. Hierzu kommt noch ein drittes Moment, wie sich aus dem folgenden Versuche ergiebt: Es wird eine kleine Dosis des Kali nitricum in die Blutmasse eingespritzt, und nachdem eine Verminderung der Pulsfrequenz und Erhöhung des Drucks eingetreten ist, werden die Vagi durchschnitten. Sofort verschwindet die Verminderung der Pulsfrequenz, diese steigt enorm und gleichzeitig der Druck. Ganz dasselbe beobachten wir bei der Digitalis, wie ich das schon längst gezeigt habe.

Ich ging jetzt an die Prüfung der Wirkung des Kali nitricum bei durchschnittenen Vagis. Auch hier zeigte sich das gleiche Phänomen wie bei Injectionen von Digitalis, Cyankalium und ähnlich wirkenden Herzgiften; trotz der durchschnittenen Vagi vermindert sich nämlich bei Einspritzung einer kleinen Dosis des Salzes die Pulsfrequenz unter steigendem Druck. Werden aber die Einspritzungen bei demselben Thier kurz nach einander wiederholt, so ist keine Verminderung der Pulsfrequenz mehr wahrzunehmen, während jedes Mal noch der Druck in die Höhe geht.

Aus Alle dem geht hervor, dass unter den bis jetzt von mir geprüften Herzgiften das Kali nitricum der Digitalis am nächsten steht. Das stimmt auffallend mit den klinischen Beobachtungen überein; denn schon lange, ehe man eine Ahnung von diesen Wirkungen des Salpeters hatte, benutzte man ihn unter ähnlichen Umständen wie die Digitalis.

Ob Kali nitricum auch die Temperatur herabsetzte, hatte ich experimentell zu untersuchen bis jetzt nicht Gelegenheit, es möchte aber aus nahe liegenden Gründen kaum daran zu zweifeln sein.

Auf welchem Wege entfaltet das Kali nitricum seine Wirkung? Wir können zunächst wie bei der Digitalis an eine directe Wirkung des Gifts auf die Nervensubstanz, zumeist an eine specifische Wirkung auf die beiden Herznervensysteme denken; möglicher Weise kann aber auch die Wirkung indirect durch das Blut ausgeübt werden, indem das Kali nitricum vielleicht die Blutkörperchen, die nur Kalisalze enthalten sollen, in eigenthümlicher Weise afficirt.

XXI.

Ueber periodische Thätigkeits-Aeusserungen des vasomotorischen und Hemmungs-Nervencentrums.†)

Wenn bei einem durch Worara bewegungslos gemachten Thiere, dem die Vagi durchschnitten sind, die (bis dahin regelmässig unterhaltene) künstliche Respiration suspendirt wird, so steigt der Druck im Aortensystem, oft über das doppelte der ursprünglichen Höhe. Dieses Ansteigen kann mehrere (2—3) Minuten dauern, und während desselben zeigt die Druckcurve, obgleich das Thier bewegungslos da liegt und auch die passiven Bewegungen des Brustkastens aufgehört haben, regelmässige grosse wellenförmige Schwankungen. Die Zahl dieser Wellen kann sich bis auf 7 in der Minute belaufen und ihre Höhe mehr als 40 Mm. betragen. Der auf- und absteigende Theil einer Welle können gleiche Länge und gleiche Neigung haben. Wennn dies nicht der Fall ist, dann ist der aufsteigende Theil stets kürzer und steiler, als der absteigende. Die Pulsfrequenz (i. e. die Zahl der Herzcontractionen in der Zeiteinheit) ist im auf- und absteigenden Theil der Welle gleich gross.

Hat die Suspension 2—3 Minuten gedauert, so beginnt der Druck zu sinken; doch können dann noch 1—2 Minuten verfliessen, ehe der linke Ventrikel zu schlagen aufhört. In diesem Zeitraum (d. h. von dem Augenblick, wo der Druck zu sinken beginnt, bis zu dem Augenblick, wo der linke Ventrikel zu schlagen aufhört), verschwinden die beschriebenen wellenförmigen Schwankungen; man beobachtet höchstens noch eine oder zwei im Beginn dieses Zeitraums, welche überdies flacher sind, als die vorhergegangenen Wellen.

Wird zu der Zeit, wo der linke Ventrikel abzusterben droht,

---

†) Abgedruckt aus dem „Centralblatt für die medicin. Wissenschaften", 1865, No. 56.

die künstliche Respiration wieder aufgenommen, so gehen Druck und Pulsfrequenz von Neuem und mit grosser Geschwindigkeit in die Höhe, auch stets weit über die vor der Suspension beobachteten Werthe hinaus. Dann kommt ein Zeitraum der allmähligen Ausgleichung, in welchem Druck und Pulsfrequenz langsam ihrem ursprünglichen Stande sich nähern. In diesem Zeitraum beobachtet man, ausser den regelmässigen Schwankungen der Druckcurve, welche von den Einblasungen und von den Herzcontractionen abhängig sind, eine dritte Art grösserer Wellen, bisweilen nur 2 in der Minute, an denen die beiden anderen Wellenarten sich als Erhebungen zweiter und dritter Ordnung darstellen.

Die Frage nach den Ursachen dieser höchst auffallenden und schon im Jahre 1861 von mir beobachteten Erscheinungen (vergl. Med. Central-Zeitung, 26. März 1862) beschäftigte mich längere Zeit, ohne dass ich sie befriedigend zu lösen vermochte. Eine solche Lösung glaube ich jetzt geben zu können, auf Grund neuerer Thatsachen, welche ich selbst und Andere, zum Theil mit Hilfe der von mir angegebenen Methoden, ermittelt haben.

Schon in einer Mittheilung vom 14. Mai 1862 (die ebenfalls in der Med. Centr.-Zeitung enthalten ist) machte ich darauf aufmerksam dass bei einem Thiere (Kaninchen), bei dem nach Eröffnung des Brustkastens und Durchschneidung der Vagi wiederholt Einblasungen eines Gasgemenges aus 31% Sauerstoff, 28% Kohlensäure und 41% Stickstoff gemacht wurden, jedes Mal der Umfang des Herzens zunahm, auch dann, wenn das Thier sich vollkommen ruhig verhielt, und dass, wenn die erwähnten Einblasungen längere Zeit fortgesetzt wurden, das angeschwollene Herz sich wieder zu verkleinern begann.

Dieser Mittheilung folgte eine zweite (l. c. 9. December 1863), welche die Beobachtung enthielt, dass bei einem worarisirten Thiere, dem nach Durchschneidung der Nn. vagi Einblasungen eines CO_2-haltigen Gasgemenges (das mehr O enthält als die atmosph. Luft) gemacht werden, der Blutdruck in die Höhe geht.

Die erstere Thatsache liess ich unerklärt, aus der letzteren glaubte ich schliessen zu dürfen, dass die CO_2 eine Substanz sei, welche erregend auf das musculo-motorische Nervensystem des Herzens wirke.

Hierauf zeigte Thiry, gestützt auf die von ihm und Ludwig ausgeführte Untersuchung über das vaso-motorische Nervensystem in einer vorläufigen Mittheilung (dies Centralblatt, 29. October 1864), dass, wenn bei einem worarisirten Thiere Einblasungen

eines CO_2-haltigen Gasgemenges von ähnlicher Zusammensetzung wie das meinige gemacht werden, sich alle kleineren Arterien, deren man ansichtig werden kann, bis zum Verschwinden ihres Lumens contrahiren. Aus dieser Contraction erklärt Thiry die beiden von mir gefundenen Thatsachen: die Schwellung des Herzens bei CO_2-Einblasungen, und die Erhöhung des Druckes im Aortensystem bei worarisirten Thieren, bei denen die künstliche Respiration unterbrochen wird. Auch glaubt er auf Grund nicht mitgetheilter Versuche behaupten zu können, dass das mit CO_2 beladene Blut nicht durch directe Einwirkung im Vorbeiströmen die Gefässmuskeln zur Contraction veranlasst, sondern, dass dieses indirect durch Erregung vielleicht sämmtlicher Gefässnerven von der Medull. oblong. aus geschieht.

Inzwischen hatte auch ich die erwähnten Untersuchungen Ludwig's und Thiry's über das vasomotor. Nervensystem zum Ausgangspunkt neuer Versuche in meinem Gebiete gemacht, die ich indess, durch längere Krankheit unterbrochen, erst im Frühjahr dieses Jahres wieder fortzusetzen vermochte. Diese Versuche lehrten:

1) dass, wenn bei narcotisirten Thieren, denen das Rückenmark zwischen 1. und 2. Halswirbel zerquetscht und die Vagi durchschnitten sind, die künstliche Respiration suspendirt wird, der Druck nur unbedeutend oder gar nicht mehr in die Höhe geht, und schon nach kurzer Zeit zu sinken beginnt.

2) dass dann auch die grossen periodischen Schwankungen der Druckcurve wegfallen, welche man sonst während und nach der Suspension beobachtet.

Hieraus ergiebt sich, wie man sofort sieht, nicht nur direct die Richtigkeit der Erklärung, welche Thiry von dem Ansteigen des Druckes im Aortensystem bei Unterbrechung der künstlichen Respiration gab, sondern auch der Schluss, dass das in der Medull. oblongat. befindliche Centrum des vasomotorischen Nervensystems unter dem erregenden Einfluss der Kohlensäure in eine periodische Thätigkeit gerathen kann, mit anderen Worten, dass die Kohlensäure durch ihre erregende Wirkung auf das vasomotorische Nervencentrum abwechselnd und in rhythmischer Weise Contraction und Erschlaffung der Körperarterien hervorzurufen vermag. Dass diese Wirkung der Kohlensäure nicht darauf beruht, dass sie abwechselnd in grösserer und geringerer Menge dem vasomotorischen Nervencentrum zugeführt wird, liegt auf der Hand. Denn unzweifelhaft wächst ja der Gehalt des Blutes an Kohlensäure stetig mit der

Zeit der Erstickung, d. h. mit der Zeit, die seit dem Augenblick der Unterbrechung der künstlichen Respiration verflossen ist. Einen directen Beweis aber für die Richtigkeit unserer Ansicht liefert die Thatsache, dass solche grosse Schwankungen der Druckcurve, wie sie nach langen Suspensionen der künstlichen Respiration zum Vorschein kommen, sich auch bei CO_2-Einblasungen, d. h. bei Einblasungen eines Gasgemenges einstellen, das 20% und mehr CO_2 enthält. Wenn solche Einblasungen bei worarisirten Thieren, denen die Vagi durchschnitten sind, gemacht werden, dann zeigt die Druckcurve ebenfalls grosse wellenförmige Schwankungen, an denen die respiratorischen und cardialen Elevationen als untergeordnete Erhebungen zweiter und dritter Ordnung sich darstellen. Die periodische Contraction und Erschlaffung der Körperarterien unter dem Einfluss der CO_2 hängt also von der abwechselnden Erregung und Ermüdung des vasomotorischen Nervencentrums ab.

Ein ganz gleiches Verhalten zeigt, wie ich bereits früher gelehrt habe, das Centrum des Hemmungsnervensystems. Wird bei worarisirten Thieren mit intacten Vagis die künstliche Respiration unterbrochen, so erscheinen unter bestimmten (an einem andern Orte näher angegebenen) Bedingungen ebenfalls grosse periodische Schwankungen an der Druckcurve, welche sich hauptsächlich dadurch characterisiren, dass die Pulsfrequenz in dem aufsteigenden Theil der grossen Welle zu-, und im absteigenden Theil derselben abnimmt. Derartige Schwankungen beobachten wir auch bei worarisirten Hunden mit intacten Vagis, denen ein CO_2-haltiges (20%) Gasgemenge und wie gewöhnlich nach dem Tacte eines Metronoms 15 Mal in der Minute eingeblasen wird. Statt der den Einblasungen genau entsprechenden 15 Elevationen, die die Druckcurve vorher zeigte, so lange atmosphärische Luft eingeblasen wurde, erscheinen jetzt in einer Minute nur 5—7 colossale, dabei regelmässig gestaltete Wellen mit ungleichartigen Schenkeln, die sofort wieder verschwinden, wenn man die Vagi durchschneidet, oder sich allmählig verlieren, wenn man die Einblasungen von atmosphärischer Luft wieder aufnimmt (vergl. Medicin. Central-Zeitung, 9. Decbr. 1863). Dass diese grossen Schwankungen wie die im vorigen Falle durch die Suspension der künstlichen Respiration producirten nichts mit dem vasomotorischen System gemein haben, ist leicht zu beweisen, denn sie erscheinen auch bei solchen Thieren, denen das Rückenmark zwischen 1. und 2. Halswirbel zerstört ist, also unter Umständen, unter denen die vom vasomotorischen Nervensystem abhängigen nicht mehr zum Vorschein kommen.

Wie das vasomotorische, so kann also auch das Hemmungsnervencentrum in discontinuirlicher rhythmischer Weise auf den continuirlichen Reiz der Kohlensäure reagiren. Wenn es ermüdet, so sieht man Druck und Pulsfrequenz steigen; nach einiger Zeit werden die Ganglienzellen von Neuem erregbar und jetzt fangen Pulsfrequenz und Druck wieder zu sinken an.

Die Kohlensäure ist indess nicht der einzige Stoff, dessen erregenden Einfluss die beiden Centra in periodischer Weise beantworten können. Vom Cyankalium habe ich dieselben Wirkungen beobachtet. Und von der Digitalis habe ich gesehen, dass, wenn sie bei worarisirten Thieren mit durchschnittenen Vagis im Ueberschuss zur Anwendung gebracht wird, eine Suspension der künstlichen Respiration ganz andere als die gewöhnlichen Folgen hat. Dann erscheinen sofort mit dem Beginn der Suspension und später statt der sonst zu beobachtenden grossen Schwankungen, von denen Eingangs dieser Mittheilung die Rede war, kurze und niedrige Elevationen, die kleiner sind als die gewöhnlichen respiratorischen Elevationen. Da die Digitalis, wie ich nachträglich gefunden habe, auch auf das vasomotorische Nervensystem erregend einwirkt, so betrachte ich diese mit dem Aufhören der künstlichen Respiration eintretenden kleinen Perioden als den Ausdruck einer beginnenden Lähmung des vasomotorischen Nervensystems. Unter solchen Umständen müssen begreiflich die Zustände der Erregung und Ermüdung rascher als gewöhnlich mit einander abwechseln. Für diese Ansicht spricht auch der Umstand, dass unter dem Eintritt dieser kleinen periodischen Schwankungen der mittlere Druck nicht in die Höhe geht, sondern im Gegentheil bald abzusinken beginnt.

XXII.

Ueber die Wirkungen des Kohlenoxyd-Gases auf den Respirations- und Circulations-Apparat. †)

Es sind nun mehr als drei Jahre verflossen seit der Veröffentlichung meiner Versuche „zur Physiologie der Respiration“ (Medic. Central-Zeitung 10. und 12. Mai 1862), durch welche ich zu beweisen suchte, dass die sogenannten dyspnoëtischen Erscheinungen, die man bei gehemmtem Lungengaswechsel am Respirations-Apparat beobachtet, nicht die Folge verminderter Sauerstoff-Zufuhr zu dem Blute, sondern durch verminderte Kohlensäure-Ausfuhr aus demselben bedingt seien, und dass auch die natürlichen Athembewegungen hervorgerufen werden durch den Reiz, den die CO_2 auf einen Theil der Vagus-Fasern und andere Punkte des respiratorischen Nervensystems ausübt.

Durch eine erste Reihe dieser Versuche suchte ich den Beweis zu liefern, dass die CO_2 sowohl natürliche Athembewegungen als auch dyspnoëtische Erscheinungen zu bewirken vermag, selbst wenn die O-Zufuhr zu dem Blute über die Norm gesteigert ist. Eine zweite Reihe von Versuchen sollte zeigen, dass selbst vollkommene Unterbrechung der O-Zufuhr zum Blute weder gewöhnliche Respirations-Bewegungen noch dyspnoëtische Erscheinungen zu erzeugen vermag, wenn nur gleichzeitig durch gehörige Ventilation des Respirations-Apparats für schnelle Wegschaffung der freien CO_2 aus dem Blute gesorgt wird. In diesen Versuchen war die künstliche Respiration, statt wie in den vorigen Versuchen mit

---

†) Abgedruckt aus den Verhandlungen der Berliner medicinischen Gesellschaft Bd. I. (Berlin bei Hirschwald, 1866).

einem Gemenge aus CO_2, O und N, durch voluminöse Einblasungen von H. unterhalten worden. Eine dritte Reihe von Versuchen war zu dem Beweise bestimmt, dass die durch Einblasungen in den Respirations-Apparat gelangende freie CO_2 durch ihre directe Wirkung auf die Vagus-Fasern Inspirations-Bewegungen hervorzurufen vermag.

Von diesen Versuchen wurde der erste bestätigt, der dritte unbeachtet gelassen, der zweite als irrthümlich bestritten.

Man glaubte, mir einwerfen zu dürfen, dass ich zu dem letzteren Versuche keinen reinen H. verwendet, sondern wahrscheinlich immer mit einem Gemenge von H und O gearbeitet hätte. Wenn die Menge des beigemengten O's auch sehr gering gewesen sein mochte, so wurde der noch nothwendige Rest ersetzt durch die Vollkommenheit, mit der mein Apparat die Lungen ventilirte.

Für heute unterlasse ich es, diese Einwürfe zu beantworten, da ich in einem besonderen Vortrage auf sie zurückkommen werde. Auch gedenke ich, bis dahin noch mit anderen indifferenten Gasen experimentirt zu haben, die eine geringere Diffusibilität besitzen als der H.

Auf das Studium der Wirkungen des Kohlenoxyd-Gases kam ich im Verlaufe meiner weiteren Untersuchungen über die Ursachen der normalen und dyspnoëtischen Respirations-Bewegungen durch die folgende Betrachtung.

Das CO hat eine grosse Verwandtschaft zum Haemoglobin, die stärker ist als die Verwandtschaft des Haemoglobins zum O. Führt man den Lungen mit CO vermengte atmosphärische Luft zu, so gelingt es, das Blut immer sauerstoffärmer zu machen. Andererseits hat man in der künstlichen Respiration ein Mittel, die freie CO_2 aus dem Blute auszuwaschen, indem man die Ventilation des Respirations-Apparates unabhängig von dem Willen und den Muskelkräften des Thieres macht. Wirkt das CO-Gas nur dadurch, dass es das Blut O-ärmer macht, wie Cl. Bernard meint, so dürfte durch Einblasungen von atmosphärischer Luft, der ein kleines Quantum von CO-Gas beigemengt ist, nach meiner Theorie keine Dyspnoë entstehen, und ebenso wenig eine Respirationsbewegung zu Stande kommen wenn das Thier vor Beginn der CO-Einblasungen respirationslos war. Entsteht keine Dyspnoë und keine Athembewegung überhaupt, dann hat meine Theorie eine neue mächtige Stütze erhalten. Tritt das Gegentheil ein, dann liegen zwei Möglichkeiten vor. Entweder ist meine Theorie falsch, oder das CO-Gas wirkt noch in anderer Weise als durch O-Verarmung

des Blutes. Seine Verbindung mit dem Haemoglobin ist möglicherweise ein Gift, das direct erregend auf das respiratorische Nervensystem wirkt. Es bestände dann eine auffallende Uebereinstimmung in der Wirkung des CO und des gallensauren Natrons, denn dieses letztere wirkt, wie ich gezeigt habe, ebenfalls in zweierlei Weise, ein Mal durch sein feindliches Verhalten zu den Blutkörperchen, und zweitens durch seine directe Beziehung zur Nervensubstanz, die es heftig zu erregen und dann wirkungslos zu machen vermag.

Ich habe mit dem CO-Gas dreierlei Versuche angestellt:

I. Versuche, in denen ich das Gas mit atmosphärischer Luft gemengt einblasen liess, und bei denen ich nur das Verhalten des Respirations-Apparates beobachtete.

II. Versuche mit Einspritzung von mit CO gesättigtem arteriellen Blute in das peripherische Ende der Art. crural. bei Thieren, bei denen die künstliche Respiration durch Einblasung von reiner atmosphärischer Luft unterhalten wurde.

III. Versuche an mit Worara bewegungslos gemachten Thieren, denen ich das CO-Gas mit atmosphärischer Luft gemengt einblasen liess, um die Wirkungen des CO auf den Circulations-Apparat zu beobachten.

I. Ueber das Verhalten des Respirations-Apparates bei Einblasungen von CO.

Bei Untersuchungen über die Beziehung irgend eines Agens zu den Athembewegungen haben wir vor Allem zwei Punkte zu beachten.

Die Frequenz, der Rhythmus und die Tiefe der Athemzüge können in jedem Augenblick durch den Einfluss des Willens verändert werden, und da der Wille eines Thieres von seinen Empfingen beherrscht wird, so müssen auch die abnormen Empfindungen, welche das zu untersuchende Agens auf irgend welche Weise hervorruft, die Athembewegungen zu modificiren vermögen. Wir gerathen so in die Gefahr, die mittelbaren Wirkungen des zu untersuchenden Agens auf die Respiration oder gar ganz zufällige Willensäusserungen des Thieres für unmittelbare Wirkungen dieses Agens auf das respiratorische Nervensystem zu nehmen.

Ferner ist bekannt, dass durch ausgebreitete Muskelcontrac-

tionen der Gehalt des Blutes an O ab- und sein Gehalt an CO_2 zunimmt, und, wie wir gesehen haben, durch mich erwiesen, dass, wenn der CO_2-Gehalt des Blutes ein gewisses Maximum erreicht, Athembewegungen entstehen und vorhandene Athembewegungen verstärkt werden. Es müssen daher alle Bewegungen des Thieres, bei welchen eine grössere Zahl von Muskeln betheiligt ist, Athembewegungen zur Folge haben und vorhandene Athembewegungen zu verstärken vermögen. Und dieser Erfolg muss eintreten, gleichgiltig auf welche Weise die willkürlichen Muskeln des Thieres in Thätigkeit gerathen sind, ob ihre Contraction eine zufällige Willensäusserung des Thieres oder ob sie durch unangenehme Empfindungen oder durch directe Reizung motorischer Nervencentra veranlasst ist. Wir gerathen so abermals in die Gefahr, Erscheinungen, welche in gar keinem Zusammenhange mit dem zu untersuchenden Agens stehen oder unwesentliche Nebenwirkungen desselben sind, für Wirkungen seines Einflusses auf das respiratorische Nervensystem zu halten.

Zur Beseitigung dieser Fehlerquellen diente mir das Morph. acetic., welches ich bereits bei meinen Versuchen „zur Physiologie der Respiration“ in Anwendung gebracht habe. Es ersetzt eine bei früheren Versuchen von mir angewendete Methode, die denselben Zweck hatte, die Exstirpation der grossen Hirnhemisphären. Wie durch diese Operation, so wird durch jenes Mittel das Thier in ein willenloses Wesen verwandelt, das selbst auf sehr intensive Gefühlseindrücke höchstens noch durch schwache Zuckungen antwortet, aber trotzdem regelmässig zu athmen fortfährt und bei Störung des Lungengaswechsels die höchsten Grade der Dyspnoë in grösster Reinheit zu zeigen vermag.

Ich spritze je nach den Umständen bald nur 0,2—0,3, bald 0,5—1 Gran des Mittels in wenig Wasser gelöst in die Vena jugul. extern. Wie bei der Injection von Opium-Tinctur, die einst von Ludwig in Gebrauch gezogen wurde, so beobachtet man auch bei der Anwendung des Morph. acet. kurze Zeit nach der Einspritzung (oft kaum $\frac{1}{2}$ Minute später) eine enorme Aufregung des Thieres; es schreit so, als ob es die heftigsten Schmerzen zu erleiden habe. Aber dieser Sturm geht äusserst schnell vorüber und ihm folgt unmittelbar das beschriebene Stadium tiefer Narcose. Besondere Erwähnung verdient noch das Verhalten des Pulses in diesem Stadium. Er wird bei Weitem seltener und regelmässiger als vor der Narcose, und gleichzeitig hat die Spannung des Aortensystems

um ein Bedeutendes abgenommen. Es bildet dieses Verhalten einen interessanten Gegensatz zu dem bei der Worara-Narcose, in welcher, wenn nicht zu grosse Dosen dieses Giftes in Anwendung kommen, die Spannung des Aortensystems sich dem normalen Mittel bei ruhig athmenden Thieren nähert und die Pulsfrequenz weit grösser ist als im normalen Zustande. Nur in dem einen Punkte stimmen beide Fälle überein, dass auch bei der Worara-Narcose eine grössere Regelmässigkeit des Pulses beobachtet wird. Wird bei einem durch Morphium narcotisirten Thiere (ich verstehe darunter immer Hunde) die künstliche Respiration eingeleitet, so wird es gewöhnlich schon nach wenigen Einblasungen athemlos (apnoëtisch) d. h. in einen Zustand versetzt, in dem es keine spontanen Athembewegungen mehr macht. Nach dem Aussetzen der künstlichen Respiration stellen sich aber immer die spontanen Athembewegungen wieder ein. Hat man sehr häufige oder sehr voluminöse Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht, so kann es mehrere Minuten dauern, bis das Thier zu athmen beginnt. Die ersten Athemzüge sind immer flach; erst allmählig stellen sich tiefere ein. Fährt man dagegen mit den Einblasungen von atmosphärischer Luft fort, so kann man das Thier stundenlang respirationslos erhalten, doch behält es die Fähigkeit trotz der künstlichen Respiration auf jedes Moment, durch welches das respiratorische Nervensystem erregt wird, mit spontanen Athembewegungen zu antworten, die bei starker Erregung auch den dyspnoëtischen Character annehmen können. Sehr lehrreich sind in dieser Beziehung besonders die Beobachtungen, die man an mit Morph. vergifteten Thieren machen kann, welchen unmittelbar nach dem Eintritt der Narcose das Rückenmark zwischen dem 1. und 2. Halswirbel zerquetscht worden ist. Wird gleich nach dieser Operation die künstliche Respiration eingeleitet, so kann man das Thier stundenlang am Leben erhalten.*) Es scheint in einen bewegungslosen Körper verwandelt, in welchem nur das Herz fortarbeitet. Sowie man aber die künstliche Respiration unterbricht, beginnen sich spontane Athembewegungen am Kopfe zu zeigen. Man beobachtet anfangs nur in rhythmischer Weise wiederkehrende schwache Erweiterungen der Nasenflügel und leise Zuckungen der Mundwinkel. Die intensivere Erregung

---

*) Um chronologischen Missverständnissen vorzubeugen, bemerke ich, dass ich diese Versuche schon im Sommer des vergangenen Jahres gemacht und mehreren meiner Bekannten und Freunde gezeigt habe.

der Medulla oblongata giebt sich durch stärkere Erweiterung der Nasenflügel und weite Oeffnung des Mundes zu erkennen. Die so in vollkommen regelmässiger Weise eintretende Vergrösserung der Mundhöhle bildet gleichsam ein Aequivalent der inspiratorischen Ausdehnung des Brustkastens. Alle diese Erscheinungen verschwinden, sobald man die Einblasungen von atmosphärischer Luft wieder aufnimmt.

Bei der Anwendung des Morphium hat man indess auch mit einigen Uebelständen zu kämpfen. In einer Reihe von Fällen zeigen die vergifteten Thiere eine ungewöhnlich grosse Reflexerregbarkeit. Die leisesten Vibrationen des Operationstisches genügen dann, um das Thier wenn auch nur vorübergehend aus seinem Schlafe zu erwecken. Ich schrieb diese Wirkung früher den grösseren Morphium-Dosen zu, erkannte aber bald meinen Irrthum, als ich sie bei einzelnen Morphium-Sorten immer, bei anderen niemals eintreten sah. Sie hängt, wie hieraus erhellt, von Verunreinigungen des Morphium ab. Auf ebensolchen Verunreinigungen beruht zweifellos, wenigstens in einem Theil der Fälle, die ungenügende schlafmachende Wirkung des Mittels am Krankenbette. Dass man dergleichen Präparate gerade bei Versuchen, wie die unsrigen, gleichfalls zu vermeiden hat, bedarf wohl kaum einer besonderen Erwähnung.

In anderen Fällen fahren die Thiere trotz eingetretener Narcose fort sehr häufig zu respiriren. Selbst nach Einleitung der künstlichen Respiration interponiren sich den Einblasungen eine oder mehrere Exspirationen. Bisweilen verschwindet diese Erscheinung bei regelmässiger Fortsetzung der Einblasungen. Ist dies nicht der Fall, dann muss man begreiflich auf die Anstellung des eigentlichen Versuches Verzicht leisten. Es liegt der Gedanke nahe, solche Thiere durch stärkere Narcotisirung dennoch brauchbar machen zu wollen. Wenn aber, wie wohl kaum zu bezweifeln ist, die Inspiration ein reflectorischer Act ist, so muss das Morphium, indem es die Leitungswiderstände in den sensiblen Nebenbahnen vergrössert, mit zunehmender Dosis nicht nur die Intensität der Athembewegungen verringern, sondern auch die Erregung des respiratorischen Nervensystems überhaupt erschweren. In der That ist Beides der Fall, und darum eine zu starke Narcose für unsere Versuche, durch welche die Beziehung des CO zum respiratorischen Nervensystem erst festgestellt werden soll, zu vermeiden. Zu anderen Versuchen freilich kann im Gegentheil eine starke Narcose gerade wünschenswerth sein.

Zur Darstellung des CO-Gases habe ich ein Gemenge von Oxalsäure und concentrirter Schwefelsäure (von beiden ungefähr gleiche Volumina) benutzt. Die mit dem CO sich entwickelnde CO_2 wurde dadurch entfernt, dass das Gasgemenge durch zwei grosse mit Liquor Kali caustici gefüllte Waschflaschen ging, bevor es ins Gasometer gelangte. Um zu prüfen, ob trotz dieser Vorsichtsmassregeln dennoch erhebliche Mengen von CO_2 mit übergingen, schaltete ich bei mehreren Versuchen zwischen die letzte Waschflasche und das Gasometer noch eine mit Barytwasser gefüllte Flasche ein. Die geringe Trübung des Barytwassers zeigte, dass der Lösung des cautischen Kali nur geringe Spuren von CO_2 entgingen, die um so mehr vernachlässigt werden konnten, als das CO in dem Gasometer noch längere Zeit über einer grossen Quantität von Wasser aufbewahrt wurde.

Vor Anstellung des Versuchs wurde das CO aus dem gewöhnlichen Gasometer, in dem es aufbewahrt wurde, in das grosse 109 Litres enthaltende Gasometer übergeführt, das nach Art von Hutchinson's Spirometer construirt, mir seit Jahren zu den Untersuchungen über den Einfluss verschiedener Gase auf den Respirations- und Circulations-Apparat dient. Dieses grosse Gasometer wi d bereits vor dem Einleiten des CO-Gases mit der nothwendigen Menge von atmosphärischer Luft gefüllt. Die Mengung des CO-Gases mit der atmosphärischen Luft durch besondere Vorrichtungen zu befördern, erschien unnütz im Hinblick auf die Geschwindigkeit, mit welcher das CO zur atmosphärischen Luft gelangt, auf das Verhältniss seines specifischen Gewichts zu dem der atmosphärischen Luft und auf die Zeit, die von dem Augenblick der Mengung bis zu dem Zeitpunkt der Verwendung des Gasgemenges verfloss (sie betrug immer fast eine Stunde).

Aus dem grossen Gasometer wird das Gasgemenge durch einen eigenthümlich construirten Blasebalg bezogen. Den wesentlichsten Theil dieses Blasebalges bildet ein grosser dickwandiger Gummiball (dessen Wandungen circa $\frac{1}{2}''$ dick sind). Aus dem Innern des Balles führt eine dicke Messingröhre, welche in zwei unter einem fast rechten Winkel gegeneinander geneigte Arme ausläuft, in deren jedem sich ein Ventil befindet. Der Arm, dessen Ventil sich einem von aussen her in das Innere des Blasebalges gehenden Luftstrome öffnet, communicirt durch eine Bleiröhre mit dem Gasometer. In die Bleiröhre ist ein grosser anderthalbfach durchbohrter Hahn eingeschaltet, durch dessen Drehung entweder eine ausschliessliche Communication des Blasebalges mit dem Ga-

someter oder eine Communication zwischen Blasebalg und atmosphärischer Luft (bei vollständigem Abschluss des Gasometers) bewirkt werden kann. Der andere Arm, dessen Ventil sich einem aus dem Inneren des Blasebalges nach aussen gehenden Luftstrom öffnet, communicirt durch eine Röhrenleitung mit der Trachea des Thieres.

In die Trachea selbst ist eine lange Messingröhre fest eingebunden, von welcher seitlich unter einem rechten Winkel ein kurzes Röhrchen abgeht, durch welches die Trachea auch mit der atmosphärischen Luft communiciren kann. Bei den Versuchen mit CO-Gas wird dieses seitliche Röhrchen mit einem circa 6—8 Fuss langen Gummischlauch verbunden, dessen freies Ende dann zum Fenster hinaushängt.

Ist der Gummiball einerseits mit dem Gasometer andererseits mit der Luftröhre verbunden, dann bewirkt jede Compression des Balles, dass ein Luftstrom in die Lungen und gleichzeitig ein anderer abgeleiteter, schwächerer durch den langen Gummischlauch in die Atmosphäre geht. Durch den ersteren Strom werden die Lungen ausgedehnt. Lässt man nach beendeter Compression den Gummiball sich wieder füllen, dann beobachtet man abermals Zweierlei, erstens ein Sinken am Gasometer, das bedingt ist durch Entleerung eines Theils von seinem Inhalte in den Gummiball, und zweitens ein Zusammensinken des Thorax, das durch die Zusammenziehung der ausgedehnt gewesenen elastischen Lungen bedingt ist, und wodurch ein Theil des gasigen Lungeninhalts in die Atmosphäre entleert wird.

Der Tact eines Metronoms garantirt die Regelmässigkeit der Einblasungen (ich lasse mit wenigen Ausnahmen 15 Einblasungen in der Minute machen), eine besondere Vorrichtung am Blasebalg bewirkt, dass immer gleiche Volumina eingeblasen werden.

Will man statt des im Gasometer befindlichen Gasgemenges nur atmosphärische Luft in die Lungen des Thieres einführen, so bedarf es einer halben Drehung des oben beschriebenen zwischen Gasometer und Blasebalg eingeschalteten Hahnes; diese Drehung darf aber begreiflich nur in dem Momente geschehen, wo der Gummiball comprimirt wird, sein Inneres also nur mit der Trachea in Communication steht.

Man kann in solcher Weise mehrere Mal die Einblasungen des CO-haltigen Gasgemenges mit denen von atmosphärischer Luft und zwar schnell abwechseln lassen.

Ich lasse die Versuche folgen:

I. Versuch (24. Mai 1865).

Einem übermittelgrossen kräftigen Hunde werden um

12 Uhr 33 Min. Mittags 0,3 Gran *Morph. acetic.* in die *Ven. jugul. extern. sinistr.* (nach dem Herzen hin) langsam eingespritzt.

12 U. 45 Min. Das Thier athmet sehr häufig und flach. Man zählt 110 Pulse in der Minute. — Um

12 U. 47 Min. werden noch 0,2 Gr. *Morph. acet.* eingespritzt.

12 U. 52 Min. Das Thier zittert, aber durch die (vor Kurzem eingeleitete) künstliche Respiration (Einblasungen von atmosphärischer Luft) ist es apnoëtisch geworden. Man zählt 140 Pulse. Die Cruralarterien sind enge und wenig gespannt. — Um

12 U. 53¼ Min. beginnen die Einblasungen eines CO- (2%) haltigen Gasgemenges.

12 U. 55 Min. Noch immer keine Spur von Athembewegungen, zeitweise eine Zuckung. 168 Pulse.

12 U. 58¾ Min. Noch immer keine Spur von Athembewegungen. 180 Pulse. Die Cruralarterien sind entschieden enger geworden.

1 U. ¾ Min. Noch keine Athembewegungen, trotz der regelmässig fortgesetzten Einblasungen des CO-haltigen Gasgemenges. Man zählt jetzt nur 84 Pulse. Der Puls ist auffallend hoch und erscheint „hüpfend“. — Um

1 U. 1¼ Min. werden die CO-Einblasungen (nachdem sie also 8 Minuten lang ununterbrochen fortgesetzt worden waren) eingestellt und statt ihrer Einblasungen von reiner atmosphärischer Luft, übrigens nach demselben Rhythmus und von gleichem Volumen, gemacht.

1 U. 2 Min. Auch bis jetzt noch keine (spontanen) Athembewegungen. 72 Pulse. Zunehmende Spannung des Aortensystems. Die Zunge hängt aus dem Munde heraus und ist hellroth.

1 U. 3¼ Min. 132 Pulse bei hoher Spannung des Aortensystems.

1 U. 4 Min. wird die künstliche Respiration unterbrochen und dem Thiere gestattet durch eine weite Oeffnung zu respiriren, doch erscheint die erste spontane Inspiration erst eine halbe Minute später.

Indem man die Respiration genauer betrachtet, ergiebt sich, dass das Thier in Perioden athmet, die durch Respirationspausen getrennt sind. Jede solche Periode beginnt mit ganz flachen Ein-

athmungen, dann werden dieselben tiefer und schliesslich wieder flacher.*)

· 1 U. 7½ Min. Die Respirations-Perioden werden immer länger, auch die initialen Inspirationen einer jeden Periode immer tiefer. 144 Pulse. Hohe Spannung des Aortensystems.

Dann wird die *Vena jugular. extern.* eröffnet. Es entleert sich ein kirschroth gefärbtes Blut.

1 U. 13 Min. Nachdem c. ℥viij entleert sind, zählt man 212 Pulse, die Cruralarterien sind sehr enge, die Respiration geht ruhig von Statten.

II. Versuch (27. Mai 1865).

Einem Hunde werden um 11 Uhr 55 Min. Mittags 0,3 Gran *Morph. acetic.* eingespritzt, und um

11 U. 58 Min. noch eine zweite Portion von 0,2 Gran. — Um

12 U. 12 Min. ist das Thier vollkommen ruhig. Pulsfrequenz 150.

12 U. 15½ Min. Die künstliche Respiration ist im Gange. Das Thier ruhig und vollständig apnoëtisch. Beim Einstechen einer Nadel in die Leber (zum Zweck einer genauen Beobachtung der Zwechfellsbewegungen) zuckt das Thier. Auf Berührung der Cornea tritt Blinzeln ein. Pupillen von mittlerem Umfang.

12 U. 17 Min. beginnen die Einblasungen des CO- (mindestens 3% enthaltenden) Gasgemenges.

Das Thier zeigt sehr bald spontane Athembewegungen von verschiedener Tiefe, die zum Theil mit den Einblasungen zusammenfallen.

12 U. 18 Min. Die Respirationen haben trotz regelmässiger Einblasungen des CO-Gases wieder aufgehört.

12 U. 20½ Min. Man beobachtet zeitweise Contraction der Bauchmuskeln und zählt nur 60 Pulse.

12 U. 20¾ Min. Statt der Einblasungen von CO-Gas werden Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht (von gleichem Volumen in gleichem Rhythmus).

*) Beim Anblick dieser Erscheinungen erinnerte ich mich sofort, dass ich sie bereits früher bei den Einblasungen von Wasserstoffgas beobachtet hatte. Auch hier erfolgten die spontanen Respirationen in solchen Perioden, nachdem die Einblasungen von Wasserstoffgas ausgesetzt worden und fast unmittelbar nach dem Aufhören der Einblasungen (vergl. Allgem medicin. Central-Zeitung, 10. Mai 1862, p. 299).

12 U. 21½ Min. Das Thier zeigt noch immer keine Athembewegungen. 80 Pulse.

12 U. 22 Min. Die Pulsfrequenz nimmt zu. — Um

12 U. 23 Min. zählt man bereits wieder 132 Pulse.

12 U. 23¼ Min. Von Neuem Einblasungen des CO-haltigen Gasgemenges.

12 U. 24 Min. Es erscheinen spontane Athembewegungen bei Zunahme der Pulsfrequenz.

12 U. 25 Min. Das Thier macht immer tiefere Inspirationen und öffnet endlich bei jeder Inspiration auch den Mund.

12 U. 25½ Min. Die Dyspnoë steigt noch immer, dagegen hat die Pulsfrequenz abgenommen.

12 U. 26 Min. Puls sehr klein; zeitweise tiefe Inspirationen.

12 U. 26½ Min. Abermals Einblasungen von atmosphärischer Luft. Der Puls hebt sich, die Spannung der Arterien ebenfalls. Zeitweise dyspnoëtische Inspiration.

12 U. 27 Min. Die Pulsfrequenz ist auf 120 gestiegen. Zeitweise dyspnoëtische Inspiration.

12 U. 28 Min. Man zählt 144 Pulse.

12 U. 29 Min. Die Spannung der Arterien hat beträchtlich zugenommen. Zeitweise dyspnoëtische Inspiration.

12 U. 30½ Min. Trotz der ununterbrochen und regelmässig vor sich gehenden Einblasungen von atmosphärischer Luft fährt das Thier fort dyspnoëtische Inspirationen zu machen. Puls 168. Cruralarterien ziemlich stark gespannt. Trotz der Dyspnoë ist die Zunge blass.

12 U. 34 Min. Trotz fortgesetzter künstlicher Respiration zählt man 36 tiefe Athemzüge in der Minute.

12 U. 45 Min. Trotz fortgesetzter künstlicher Respiration starke Dyspnoë.

12 U. 46½ Min. Man lässt das Thier, dem man inzwischen den Thorax eröffnet hat, durch Unterbrechung der künstlichen Respiration ersticken. Die Dyspnoë dauert fort. Das Herz schwillt auf, die Pulsfrequenz sinkt.

12 U. 47 Min. Das Thier athmet noch, aber die Athemzüge werden schwächer.

III. Versuch (2. Juni 1865).

Einem kleinen schwächlichen räudigen Hunde werden um

11 U. 22½ Min. Vormittags 0,3 Gran *Morph. acet.* in die *Ven. jugul. extern.* eingespritzt und unmittelbar darauf, wie in den voranstehenden zwei Versuchen, die Vorbereitungen zur künstlichen Respiration (Eröffnung der Trachea etc.) begonnen. Um

11 U. 30 Min. beginnt die künstliche Respiration. Nachdem die Einblasungen mit atmosphärischer Luft regelmässig fortgesetzt worden, und das Thier vollkommen apnoëtisch ist, beginnen um

11 U. 40 Min. die Einblasungen eines CO (über 3%) enthaltenden Gasgemenges.

Das Thier reagirt sehr bald mit Exspirationen und streckt sich. Um

11 U. 40¾ Min. sind bereits spontane Inspirationen zu beobachten, die immer tiefer werden.

11 U. 42 Min. wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft.

Trotzdem fährt das Thier fort tiefe Inspirationen zu machen, die sich in grossen Intervallen den Einblasungen interponiren.

11 U. 43 Min. Das Thier reagirt auf die Einblasungen mit Exspirationen und macht zeitweise tiefe Inspirationen.

11 U. 44 Min. Immer noch zeitweise Inspirationen, aber weit seltener als vorher.

11 U. 45½ Min. wieder Einblasungen von CO-Gas.

11 U. 46¼ Min. Die spontanen Inspirationen sind wieder stärker geworden.

11 U. 47 Min. Keine Respiration. Bald darauf wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft.

11 U. 47¼ Min. Von Neuem äusserst heftige und tiefe Inspirationen.

11 U. 48½ Min. Zeitweise äusserst tiefe Inspirationen mit Theilnahme der Gesichtsmuskeln (weiter inspiratorischer Oeffnung des Mundes).

11 U. 51 Min. An die Stelle der Einblasungen von atmosphärischer Luft treten Einblasungen von CO-Gas. Die Respirationen werden darauf häufiger und bleiben dyspnoëtisch.

11 U. 52 Min. Die Einathmungen werden schwächer und seltener.

11 U. 53 Min. Abermals Einblasungen von atmosphärischer Luft.

11 U. 53½ Min. Das Thier hat trotz der regelmässig fortgesetzten Zufuhr von atmosphärischer Luft nicht wieder respirirt. 96, sehr kleine Pulse.

11 U. 54 Min. Auch der Puls ist nicht mehr wahrnehmbar. Auf Berührung der Cornea erfolgt kein Blinzeln.

Unmittelbar darauf Eröffnung der *Ven. jugul. extern.* Das ausfliessende Blut zeigt die für CO-Vergiftung characteristische Farbe.

IV. Versuch (19. Juni 1865).

Einem kräftigen Hunde werden um 1 Uhr 13¼ Min. 0,3 Gran *Morph. acetic.* in die *Ven. jugul. extern.* eingespritzt.

1 U. 35 Min. Seit etwa zehn Minuten werden Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht. Trotzdem reagirt das Thier mit activen Exspirationen.

1 U. 37½ Min. Noch 0,2 Gran *Morph. act.* in die *Ven. jugul.*

Bald nach der Einspritzung steigt die Pulsfrequenz von 60 auf 132. Gleichzeitig beginnt das Thier spontan zu inspiriren.

1 U. 40½ Min. Noch immer spontane Respirationen. Pulsfrequenz 84.

1 U. 46 Min. Noch immer zeitweise spontane Respirationen. 60 Pulse.

1 U. 51½ Min. Statt der Einblasungen von atmosphärischer Luft werden solche mit einem 4% CO enthaltenden Gasgemenge, (d. i. mit einem Gemenge von 96 Volumin. atmosphärischer Luft und 4 Volum. CO-Gas) gemacht.

Das Thier hört sofort zu respiriren auf und streckt sich.

1 U. 52½ Min. Wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft, bei denen man aber keine spontanen Respirationen mehr beobachtet.

1 U. 53¼ Min. Von Neuem CO-Einblasungen. Sofort Zunahme der Pulsfrequenz.

1 U. 54½ Min. Starker Krampf der Bauchmuskeln und einzelne spontane Erweiterungen des Thorax.

1 U. 55 Min. Auf Berührung der Cornea kein Blintzeln.

1 U. 55¼ Min. Einblasungen von atmosphärischer Luft Bald darauf wieder Blinzeln auf Berührung der Cornea. 60 Pulse; mittlere Arterienspannung.

1 U. 56½ Min. Einzelne tiefe Inspirationen.

1 U. 57¼ Min. Keine spontane Respiration mehr. Spannung der Arterien abnorm gross. 80 Pulse.

1 U. 58 Min. CO-Einblasungen. Sofort Zunahme der Pulsfrequenz.

1 U. 58½ Min. Eine tiefe spontane Inspiration. 108 Pulse.

1 U. 59¼ Min. Der vorher erwähnten sind noch mehrere tiefe Inspirationen gefolgt.

Nachdem auf Berührung der Cornea kein Blinzeln mehr erfolgt und der Puls fast verschwunden ist, werden um

2 U. wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.

2 U. ½ Min. Es sind mehrere tiefe Inspirationen erfolgt.

2 U. 1¼ Min. Zeitweise spontane Inspiration. 144 Pulse. Auf Berührung der Cornea nur eine Spur von Blinzeln.

2 U. 2¾ Min. Häufige tiefe Inspirationen. Auf Berührung der Cornea erfolgt stärkeres Blinzeln.

2 U. 4¼ Min. Fortdauernd spontane Inspirationen. Auch spontanes Blinzeln.

2 U. 5 Min. Fortdauernd spontane Respiration. 132 Pulse.

2 U. 5½ Min. Einblasungen von CO-Gas.

2 U. 6¼ Min. Die Inspirationen sind häufiger und tiefer geworden.

2 U. 7 Min. Dyspnoëtische Inspirationen.

2 U. 7½ Min. Kein Blinzeln mehr. Nur noch zeitweise Inspirationen.

2 U. 7¾ Min. Einblasungen von atmosphärischer Luft.

2 U. 8¾ Min. Zeitweise tiefe dyspnoëtische Inspirationen mit Oeffnung des Mundes. 160 Pulse. Cornea-Berührung erfolglos.

2 U. 9½ Min. Tiefe dyspnoëtische Inspirationen.

2 U. 10½ Min. Die Respirationen sind seltener. Cornea fortdauernd unempfindlich.

2 U. 11¾ Min. Pulsfrequenz 192.

2 U. 12¼ Min. CO-Einblasungen, worauf die Inspirationen wieder häufiger werden. Sie sind noch immer mit Oeffnung des Mundes verbunden.

2 U. 13½ Min. Der Hund streckt sich. Der Puls verschwindet. Zeitweise tiefe Inspirationen, bei denen der Mund stärker geöffnet wird.

2 U. 14¼ Min. Der Puls ist verschwunden. Dennoch erfolgen zeitweise äusserst intensive Inspirationen, die mit weiter Oeffnung des Mundes verbunden sind.

Bald darauf erfolgt der Tod.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich ohne Weiteres:

1) dass die Einblasungen von mit atmosphärischer Luft gemengtem CO-Gas allerdings Respirationen und sogar die heftigste Dyspnoë hervorzurufen vermögen, doch
2) nur unter der Bedingung, dass die Menge des CO-Gases eine gewisse Grenze übersteigt;
3) dass unter dieser Grenze zwar keine Athembewegungen, aber eine bedeutende Zunahme der Pulsfrequenz, eine bedeutende Abnahme des Umfanges und der Spannung der Arterien eintreten;
4) dass also Einblasungen geringer Gasmengen ganz dieselben Wirkungen und Nachwirkungen haben können, wie lange fortgesetzte Hydrogen-Einblasungen (vergl. Medic. Central-Zeitung, 10. Mai 1862, p. 299);
5) dass bei Anwendung grösserer Mengen des CO-Gases neben der starken Dyspnoë eine vollkommene Unempfindlichkeit der Cornea bestehen kann.

Bei näherer Betrachtung dieser Thatsachen drängt sich aber schon jetzt die Vermuthung auf, dass das CO-Gas unmöglich bloss dadurch Respiration und Dyspnoë hervorrufen kann, dass es die Sauerstoff-Zufuhr zum respiratorischen Nervensystem vermindert. Denn wie soll sich unter dieser Voraussetzung der Umstand erklären, dass das Herz bereits stark von dem Sauerstoffmangel leidet, während wir noch keine Spur von Dyspnoë wahrnehmen? — Nehmen wir dagegen an, dass das CO-Gas zweierlei Wirkungen haben kann, einmal indem es eine Verminderung der O-Zufuhr zu den Centralapparaten des Nervensystems zur Folge hat, und zweitens dadurch, dass es in Verbindung mit dem Hämoglobin eine Giftsubstanz bildet, die erregend und lähmend auf die Nervencentra einzuwirken vermag, so löst sich dieser Widerspruch von selbst.

Die folgenden Versuche beweisen die Richtigkeit unserer Vermuthung.

II. Versuche mit Einspritzung von mit CO-Gas gesättigtem arteriellen Blut in das peripherische Ende der Arter. crural. bei Thieren, bei denen die künstliche Respiration durch Einblasungen von reiner atmosphärischer Luft unterhalten wird.

Auch bei diesen Versuchen wird das Thier mit *Morph. acet.* betäubt. Ebenso wenig finden Abweichungen in Betreff der künstlichen Respiration Statt. Doch bemerke ich, dass ich hier aus nahe liegenden Gründen die grösseren Morphium-Gaben vermieden habe und zur künstlichen Respiration stets nur atmosphärische Luft angewendet wurde.

In die Cruralarterie wird eine T-förmige Kanüle eingebunden, nachdem das Arterien-Lumen ober- und unterhalb des Schlitzes durch Klempincetten geschlossen worden ist. Ausserdem wird der Crural-Nerv durchschnitten, damit die Manipulationen in der Wunde keinen erheblichen Schmerz erregen können.

Der Gang eines solchen Versuchs ist folgender:

a) Zuerst Betäubung des Thieres, dann Eröffnung der Trachea und Vorbereitungen zur künstlichen Respiration;

b) hierauf Befestigung der T-förmigen Kanüle in der Crural-Arterie und Durchschneidung des Crural-Nerven;

c) nachher Entleerung von circa ℥ij — ℥iv arteriellen Blutes aus dem centralen Ende der Crural-Arterie;

d) das Blut wird defibrinirt, grob filtrirt (durch einen mit einer Glaskugel verschlossenen Glastrichter), wiederholt mit CO geschüttelt und, nachdem es in den Dämpfen eines Wasserbades erwärmt worden, durch die T-förmige Kanüle in das peripherische Stück der Art. crural. wieder eingespritzt. Schon 2 — 10 Minuten vor der Einspritzung ist die künstliche Respiration wieder eingeleitet. Sie wird während und mehrere (bis 10) Minuten lang nach der Einspritzung regelmässig fortgesetzt;

e) öfters wurde, zum Vergleich, zuerst mit atmosphärischer Luft geschütteltes Blut eingespritzt, dann dieselbe Quantität wieder entleert und, nachdem sie mit CO-Gas gesättigt worden, von Neuem eingespritzt. Begreiflich wurde auch in diesem Falle das Blut vor der Einspritzung immer erst defibrinirt, filtrirt und erwärmt. Die Menge des auf einmal eingespritzten Blutes überstieg nie ℥ij und betrug öfters nur ℥j;*)

---

*) Zur Beseitigung des Einwandes, dass die vielen Luftbläschen, welche das mit CO-Gas geschüttelte Blut einschliesst, durch Verstopfung der Lungencapillaren

f) jedesmal wurde nach Beendigung des Versuches eine Probe des mit CO gesättigten Blutes auf die Anwesenheit des CO mit Hülfe der Hoppe'schen Schwefel-Ammonium-Reaction untersucht.

Ich lasse auch hier wieder die einzelnen Versuche folgen.

I. Versuch (23. Juni 1865).

Ein kräftiger weiblicher Hund von mittlerer Grösse wird durch Einspritzung von 0,3 Gran *Morph. acetic.* in tiefen Schlaf versetzt. Nachdem eine T-förmige Kanüle in die *Art. crural.* eingebunden und Alles zur künstlichen Respiration vorbereitet ist, werden ℥iij arteriellen Blutes entzogen, defibrinirt, filtrirt und mit CO gesättigt.

12 U. 51 Min. werden, nachdem das Thier durch Einleitung der künstlichen Respiration apnoëtisch gemacht ist, unter Fortsetzung der Einblasungen (15 in der Minute) von atmosphärischer Luft ℥ij des mit CO-Gas gesättigten Blutes in das peripherische Ende der *Art. crural.* langsam eingespritzt. Temperatur des eingespritzten Blutes c. 40° C. Es entsteht noch während der Einspritzung heftige Dyspnoë. Während der Inspirationen weite Oeffnung des Mundes.

12 U. 57 Min. Nachdem unter Fortsetzung der künstlichen Respiration die Dyspnoë verschwunden ist, abermalige Einspritzung von ℥j desselben Blutes, das aber dieses Mal nur eine Temperatur von c. 37° C. hatte. Es entsteht abermals heftige Dyspnoë.

Nachdem auch dieser Anfall vorüber ist, werden bei Fortdauer der künstlichen Respiration, um

1 U. 5 Min. zwei Unzen lauwarmen Wassers, ebenfalls in das peripherische Ende der *Art. crural.* eingespritzt, was aber keinen anderen Erfolg hatte, als lebhafte Rumpf- und Schrei-Bewegungen zu erregen.

Dyspnoë verursachen konnten, wandte ich dreierlei Vorsichtsmassregeln an: a) ich schüttelte, wie die zweitentleerte Blutportion mit CO, so die erste Portion mit atmosphärischer Luft; b) ich liess vor der Einspritzung das mit CO-Gas gesättigte Blut eine Zeit lang stehen und prüfte es dann mit der Lupe auf die Anwesenheit von Luftbläschen; c) ich untersuchte in einem Falle, wo die Dyspnoë bis zum Ende des Versuches gedauert hatte, das Blut des rechten Ventrikels auf das Vorhandensein von Luftbläschen. Alles mit Gas geschüttelte Blut ist noch lange nach dem Schütteln mit einer Schaumschicht bedeckt. Nachdem ich mich also mit Hülfe der Lupe überzeugt hatte, dass die unterhalb der Schaumschicht befindliche Blutflüssigkeit keine Gasbläschen mehr enthielt, tauchte ich den Spritzenschnabel bis auf den Boden des Gefässes und sog von hier aus das Blut langsam in die Höhe.

II. Versuch (26. Juni 1865).

Einem Hunde werden um 11 Uhr 25 Min. 0,3 Gran *Morph. acetic.* in die *Vena jugul. extern.* eingespritzt, worauf sehr bald eine tiefe Narcose eintritt.

Nachdem die T-förmige Kanüle eingebunden und Alles zur künstlichen Respiration vorbereitet ist, werden ℥iv arteriellen Blutes entleert und laut obiger Beschreibung mit CO-Gas gesättigt.

Nachdem das Thier durch künstliche Respiration apnoëtisch gemacht ist, werden unter Fortsetzung der Einblasungen, um

11 U. 53 Min. ℥ij des mit CO gesättigten und auf 39^0 C. erwärmten Blutes in das peripherische Ende der *Art. crural.* eingespritzt. Kurz nach der Einspritzung erscheinen häufige tiefe Inspirationen.

12 U. Zweite ebenso grosse Einspritzung, welche indess weder Dyspnoë noch Athembewegungen überhaupt zur Folge hatte.

Als aber dann die künstliche Respiration suspendirt und dem Thiere das Athmen durch die Tracheal-Röhre gestattet wurde, erschienen sehr bald spontane Respirationen. Um

12 U. 15 Min. wurden, nachdem die künstliche Respiration von Neuem eingeleitet und das Thier apnoëtisch geworden war, ℥ij lauwarmen Wassers von 39^0 eingespritzt. Das Thier wird in grosse Aufregung versetzt und machte auch hinterher häufige complexe Exspirationen. Um

12 U. 17 Min. ist das Thier, nachdem vorher noch 0,3 Gran *Morph. acetic.* in die *Vena jugular.* eingespritzt worden, wiederum respirationslos.

12 U. 19 Min. werden, während die künstliche Respiration regelmässig fortgesetzt wird, abermals ℥ij Wasser von 38^05 eingespritzt. Es entsteht abermals grosse Unruhe und zeigen sich wieder häufige complexe Expirations-Bewegungen.

III. Versuch (30. Juni 1865).

Einem mittelgrossen, etwas schwächlichen, weiblichen Hunde werden, nachdem er durch 0,3 Gran *Morph. acetic.* gut betäubt ist und alle (beschriebenen) Vorbereitungen getroffen sind, ℥iv arteriellen Blutes entleert.

Von diesem Blute wird ein Theil nur defibrinirt und filtrirt, der andere nach diesen Operationen noch mit CO-Gas gesättigt.

Nachdem die künstliche Respiration eingeleitet und das Thier apnoëtisch ist, werden unter Fortsetzung der künstlichen Respiration um

12 U. 9 M. zwei Unzen reines arterielles Blut (dass man aber vorher nicht mit Luft geschüttelt hatte) eingespritzt, worauf das Thier gar nicht reagirt.

Hiernach werden ℥ij arteriellen Blutes entzogen und um

12 U. 28 Min., während die künstliche Respiration regelmässig unterhalten und das Thier respirationslos ist, die oben erwähnte mit CO-Gas gesättigte Portion, die ebenfalls ℥ij beträgt, in das peripherische Ende der *Art. crural.* eingespritzt. Das Thier beginnt sofort nach der Einspritzung, die etwa $\frac{1}{2}$ Minute dauert, zu respiriren, bei einigen Inspirationen wird der Mund weit geöffnet. Hinterher häufige Exspirationen.

12 U. 35 Min. wird die künstliche Respiration suspendirt und etwa 1 Minute später beginnt das Thier spontan zu respiriren.

12 U. 47 Min. Abermalige Entleerung von ℥iij arteriellen Blutes. Dasselbe wird sofort defibrinirt, filtrirt und durch wiederholtes Schütteln mit CO gesättigt. — Um

1 U. 1 Min. werden, nachdem die künstliche Respiration wieder aufgenommen worden und das Thier apnoëtisch gemacht ist, ℥ij dieses (mit CO gesättigten) Blutes wieder eingespritzt, dieses Mal aber ohne jede Einwirkung auf den Respirations-Apparat. — Um

1 U. 4 Min. wird die künstliche Respiration suspendirt. Das Thier beginnt sehr bald spontan zu respiriren.

Der Versuch wird damit beendigt, dass man das Thier aus der *Art. cruralis.* verbluten lässt. Dabei werden die Respirationen zuerst nur häufiger, erst zuletzt, während der Puls unfühlbar geworden ist, erscheinen dyspnoëtische Inspirationen.

NB. Die Temperatur des eingespritzten Blutes betrug jedes Mal c. 40°.

IV. Versuch (4. Juli 1865).

Einem kleinen männlichen Wachtelhunde werden um

11 U. 13½ Min. 0,25 Gran *Morph. acetic.* eingespritzt, und nachdem alle Vorbereitungen getroffen sind, c. ℥iβ Blut aus dem cen-

tralen Theile der *Art. crural.* entzogen und auf die angegebene Weise mit CO-Gas gesättigt. Um

11 U. 41 Min. wird die künstliche Respiration eingeleitet. Das Thier wird schon nach wenigen Einblasungen vollkommen apnoëtisch.

11 U. 44 Min., während das Thier bei fortgesetzter künstlicher Respiration vollkommen apnoëtisch ist, werden ℥iβ CO-haltigen Blutes eingespritzt. Die Einspritzung dauert eine halbe Minute. Um

11 U. 45½ Min. fängt das Thier zu athmen an.

11 U. 46¾ Min. Trotz regelmässiger künstlicher Respiration fährt das Thier zu athmen fort; es macht nur Inspirations-Bewegungen.

11 U. 48¾ Min. Immer noch Inspirationen.

11 U. 50 Min. Auch jetzt noch immer trotz ununterbrochener künstlicher Respiration tiefe Inspirationen, fast auf jede Einblasung folgend.

11 U. 52 Min. Immer noch zeitweise sehr tiefe Inspirationen.

Später wird dem Thiere die spontane Respiration gestattet. Das Thier athmet dann, ohne Dyspnoë zu zeigen.

Zuletzt wird die künstliche Respiration wieder aufgenommen und der Thorax geöffnet.

Als das Herz an den grossen Gefässen unterbunden und herausgeschnitten war, athmete das Thier noch 6—8 Mal.

V. Versuch (5. Juli 1865).

Einem kleinen schwächlichen Hunde werden um

12 U. 37 Min. 0,25 Gran *Morph. acetic.* eingespritzt, worauf vollkommene Narcose.

Nachdem alle Vorbereitungen getroffen sind, werden c. ℥iβ arteriellen Blutes entleert. — Um

1 U. 5 Min., nachdem das Thier durch künstliche Respiration apnoëtisch gemacht ist, wird unter Fortsetzung der künstlichen Respiration, ℥j defibrinirten Blutes, das vorher mit atmosphärischer Luft wiederholt geschüttelt worden war, in das peripherische Ende der *Art. crural.* langsam eingespritzt. Die Temperatur des eingespritzten Blutes beträgt c. 40° C.

Das Thier bleibt vollkommen apnoëtisch.

Nach einiger Zeit wird ebenso viel Blut wieder entleert, abermals defibrinirt, filtrirt, aber jetzt mit CO gesättigt.

Nachdem von Neuem die künstliche Respiration eingeleitet worden, und das Thier apnoëtisch gemacht ist, wird um

1 U. 28 Min. das CO-haltige Blut (℥j) in das peripherische Ende der *Art. crural.* eingespritzt. Temperatur des eingespritzten Blutes wieder c. 40°.

1 U. 29 Min. Häufige spontane Respirationen trotz regelmässig fortgesetzter künstlicher Respiration.

Die spontanen Inspirationen werden nach einiger Zeit seltener und gehen fast regelmässig den Einblasungen vorher.

1 U. 33 Min. Nur noch zeitweise tiefe spontane Inspirationen.

1 U. 34½ Min. Zeitweise Exspirations-Bewegungen, dazwischen tiefe Inspirationen. — Um

1 U. 37 Min. wird die künstliche Respiration ausgesetzt, und sehr bald treten ungewöhnlich tiefe spontane Inspirationen ein.

1 U. 39 Min. wird die künstliche Respiration wieder aufgenommen, aber die eingeblasenen Volumina von atmosphärischer Luft sind jetzt weit grösser als früher.

1 U. 41 Min. Trotz der regelmässigen Einblasung dieser grossen Luft-Volumina treten zeitweise sehr tiefe spontane Inspirationen auf, die sogar entschieden tiefer sind als früher.

1 U. 47 Min. Trotz der in gleicher Weise fortgesetzten Einblasungen zeigen sich immer noch von Zeit zu Zeit sehr tiefe spontane Inspirationen.

VI. Versuch (7. Juli 1865).

Einem mittelgrossen kräftigen lebhaften und empfindlichen Affenpintscher werden um

11 U. 37 Min. 0,3 Gran *Morph. acetic.* injicirt. Nach kurzem Aufregungs-Stadium tiefe Narcose.

Nachdem die Vorbereitungen zur künstlichen Respiration getroffen und die T-förmige Kanüle in der *Art. cruralis sinistr.* befestigt ist, werden um

12 U. 5 Min. vier Unzen Blut aus dem centralen Theile der *Art. crural.* entleert.

Nachdem die künstliche Respiration eingeleitet und das Thier fast vollkommen apnoëtisch gemacht ist (es erscheinen in grossen Zwischenräumen leise Einathmungen), werden um

1 U. 25 Min. zwei Unzen defibrinirten mit Luft geschüttelten Blutes in das peripherische Ende der *Art. crural.* eingespritzt.

Das Thier verhält sich dennoch ganz wie vorher d. h. es erscheinen in grossen Zwischenräumen leise Einathmungen.

12 U. 32 Min. wird aus dem centralen Theile der Crural-Arterie wieder ebenso viel entleert, als man in das peripherische Ende eingespritzt hatte. Um

12 U. 37 Min., nachdem die künstliche Respiration eingeleitet und das Thier apnoëtisch gemacht ist, werden zwei Unzen mit CO gesättigten Blutes eingespritzt.

Bald nachher beginnt das Thier flache spontane Inspirationen fast nach jeder Einblasung zu machen.

12 U. 39 Min. Die spontanen Inspirationen sind stärker geworden; es gesellen sich active Exspirationen hinzu.

12 U. 40 Min. Spontane Harnentleerung. Das Thier blinzelt auf Berührung der Cornea.

12 U. 47 Min. Das Thier macht, trotz ununterbrochener und regelmässiger künstlicher Respiration, häufige Exspirations-Bewegungen, dazwischen tiefe Inspirationen. Kneifen der Haut und Reizung der vorhandenen Wundflächen bewirken keine Reaction.

12 U. 51 Min. Von jetzt ab werden grössere Luft-Volumina eingeblasen.

12 U. 53 Min. Die spontanen Respirationen dauern fort, nur sind die Inspirationen schwächer und seltener. Um

12 U. 54 Min. werden noch 0,3 Gran *Morph. acet.* in die *Ven. iugul.* eingespritzt.

12 U. 55 Min. Auf Berührung der Cornea erfolgt Blinzeln, aber die Respiration hat aufgehört.

12 U. 57 Min. Das Thier bleibt apnoëtisch, dagegen finden sich

12 U. 59 Min., nach Unterbrechung der künstlichen Respiration, wieder Athembewegungen ein.

Die Temperatur des eingespritzten Blutes hatte jedes Mal c. 40^0 C. betragen.

VII. Versuch (8. Juli 1865).

Kräftiger Mittelhund. Um

1 U. werden 0,35 Gran *Morph* eingespritzt, und nachdem Alles vorbereitet ist, um

1 U. 15 Min. c. 3 Unzen arterielles Blut entleert.

1 U. 22 Min. Beginn der künstlichen Respiration. Das Thier wird sofort apnoëtisch.

1 U. 24 Min. werden zwei Unzen defibrinirten mit CO gesättigten Blutes wieder eingespritzt. Die Einspritzung dauert c. $\frac{1}{2}$ Minute.

Gleich nach der Einspritzung häufige tiefe Inspirationen und active Exspirationen.

1 U. 27 Min. Keine Athembewegungen. Berührung der Cornea ruft Blinzeln hervor.

1 U. 30 Min. Zeitweise krampfhafte Exspirationen.

1 U. 32 Min. Weder In- noch Exspiration.

1 U. 33 Min. wird die künstliche Respiration ausgesetzt. Gleich darauf erscheinen spontane Athembewegungen.

VIII. Versuch (10. Juli 1865).

Mittelgrosser lebhafter Pudelbastard. Um

11 U. 5 Min. werden 0,3 Gran *Morph. acet.* eingespritzt. Gute Narcose.

Nachdem Alles vorbereitet ist, werden um

11 U. 20 Min. ℥iiβ arterielles Blut entleert.

11 U. 37 Min. wird die künstliche Respiration eingeleitet. Aber das Thier ist unruhig und hört nicht auf spontane Athembewegungen zu machen.

11 U. 44 Min. noch 0,2 Gran *Morph.*

11 U. 46 Min. Nach kurzer Aufregung Ruhe und Apnoë.

11 U. 48 Min. werden zwei Unzen defibrinirten mit CO gesättigten arteriellen Blutes in das peripherische Ende der *Art. crural.* eingespritzt.

Gleich nach der Einspritzung (die über $\frac{1}{2}$ Min. gedauert hatte) erscheinen heftige Athembewegungen, active Exspirationen und tiefe Inspirationen. Bald aber werden die Respirationen seltener und flacher, um schon nach ein Paar Minuten ganz zu verschwinden.

Nachdem aber die künstliche Respiration suspendirt wurde, erschienen die spontanen Respirationen sofort wieder.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich:

1) dass die Einspritzung CO-haltigen Blutes in den peripherischen Theil der *Art. crural.* Athembewegungen hervorzurufen und Dyspnoë zu erzeugen vermag;
2) dass die so hervorgerufenen spontanen Athembewegungen fast immer erst nach der Einspritzung zum Vorschein kommen;
3) dass die so erzeugte Dyspnoë über eine Viertelstunde lang anhalten kann;
4) dass eine zweite Einspritzung in der Regel erfolglos bleibt.

Diese Thatsachen aber führen zu dem Schluss:

dass die Verbindung des CO-Gases mit dem Haemoglobin in der That eine giftige Substanz ist, welche erregend auf das respiratorische Nervensystem wirkt und welche, wie andere Gifte, die erregend auf die Nervencentra wirken, ihre Wirksamkeit zu verlieren scheint, wenn sie in derselben Dose wiederholt zur Anwendung kommt.

Mancher wird die Unwirksamkeit der zweiten Einspritzung vielleicht dadurch erklären wollen, dass bereits in Folge der ersten Einspritzung eine Lähmung des respiratorischen Nervensystems eingetreten sei. Aber diese Annahme erweist sich als unhaltbar, wenn wir sehen, dass da, wo die zweite Einspritzung von CO-haltigem Blute erfolglos geblieben war, doch die nachträgliche Suspension der künstlichen Respiration das Eintreten spontaner Athembewegungen zur Folge hatte.

Ein fernerer Einwand wäre: dass bei der Grösse des eingespritzten Quantums die Lungencapillaren während und nach der Einspritzung fast ausschliesslich sauerstoffarmes Blut führen und dass daher die der Einspritzung folgenden Athembewegungen durch die mangelhafte O-Zufuhr zu deu pulmonalen Vagus-Enden bedingt sein könnten. Wie soll sich dann aber die Erscheinung erklären, dass sie durch das eingespritzte CO-haltige Blut hervorgerufene Dyspnoë über eine Viertelstunde lang fortdauern kann, — oder gar die Thatsache, dass eine zweite Einspritzung gewöhnlich weder Dyspnoë noch Athembewegungen herbeiführt?

III. Versuche an mit Worara bewegungslos gemachten Thieren, denen das CO-Gas mit atmosphärischer Luft gemengt eingeblasen wurde, um die Wirkungen dieses Giftes auf den Circulations-Apparat zu beobachten.

Des Worara-Giftes habe ich mich bei diesen Versuchen aus demselben Grunde bedient wie bei meinen Untersuchungen anderer auf das Herz giftig wirkender Substanzen. Ich wünschte die unmittelbaren Wirkungen des Giftes auf den Circulations-Apparat kennen zu lernen und musste daher die dem Willen unterworfenen Muskeln mit Einschluss der Athemmuskeln ausser Thätigkeit setzen. Dies war um so nothwendiger, als das CO-Gas, wie wir gesehen haben, zu den Stoffen gehört, welche auch dyspnoëtische Erscheinungen hervorzurufen vermögen.

Eine andere Aufgabe, die ich mir stellte, war, die Wirkungen zu erforschen, welche das CO-Gas auf den nur unter dem Einfluss seiner beiden Nervensysteme stehenden Herzmuskel ausübt. Ich musste also in einer Reihe von Versuchen auch die Thätigkeit des vasomotorischen Nervencentrums eliminiren. Dies wurde durch Zerstörung des Rückenmarks zwischen dem 1. und 2. Halswirbel bewirkt. Die Zerstörung geschah mit Hülfe eines stumpfen Instruments, einer dicken Hohlsonde, die durch eine an der erwähnten Stelle befindliche natürliche Lücke in den Wirbelkanal eingestossen und in verschiedenen Richtungen hin und her bewegt wurde, bis man sicher sein konnte, das Mark seiner ganzen Dicke nach zerquetscht zu haben. Wird diese Operation von geübter Hand ausgeführt, so geht nur wenig Blut dabei verloren. Es versteht sich von selbst, dass gleich hinterher die künstliche Respiration eingeleitet werden muss. Geschieht dies nicht, so stellt sich bald heftige Kopfdyspnoë ein, und das Thier kann durch Erstickung zu Grunde gehen, bevor der eigentliche Versuch begonnen hat.

Der Gang eines Versuches war folgender:

a) Zuerst wurde eine kleine Menge *Morph. acet.* in die *Vena jugul. extern.* eingespritzt (höchstens 0,2 Gran).

b) Hierauf Vorbereitungen zur künstlichen Respiration (Tracheotomie etc.).

c) Drittens Blosslegung der *Art. cruralis* und Befestigung einer T-förmigen Kanüle in derselben.

d) Verbindung des grossen Gasometers, der bereits ein Gemenge von atmosphärischer Luft und CO-Gas enthielt, mit dem als Blasebalg dienenden Gummiballon.

e) Verbindung des Kymographions mit der T-förmigen Kanüle und Anfüllung des zwischen Manometer und Arterie befindlichen Röhrensystems mit einer Lösung von kohlensaurem Natron.

f) Einleitung der künstlichen Respiration und Verbindung der messingnen Tracheal-Röhre mit dem zum Fenster hinaushängenden Gummischlsuch.

g) Einspritzung der Worara-Lösung (6—10 Milligr.) in die *Vena jugular.*

h) Wo man während des Versuches die Nerv. vagi durchzuschneiden beabsichtigte, wurden dieselben gewöhnlich schon nach der Tracheotomie blossgelegt und unter jedem derselben ein Seidenfaden durchgezogen. Mittelst dieses Fadens konnte man den Nerv dann, wenn er durchschnitten werden sollte, leicht auffinden und schnell hervorziehen.

Die Versuche, in denen das Rückenmark zerstört wurde, wichen von diesem Schema nur dadurch ab, dass man die künstliche Respiration früher einleitete, denn die Zerquetschung wurde gleich nach dem Eintritt der Morphium-Narcose vorgenommen und die Einblasungen mussten begreiflich sofort nach der Zerquetschung beginnen. Auch kam in den meisten dieser Versuche kein Worara zur Anwendung. Dafür wurden etwas grössere Dosen *Morph. acet.* eingespritzt.

Ich habe diese Versuche so geordnet, dass zuerst diejenigen kommen, welche bei intacten Vagis und intactem Rückenmark angestellt wurden. Dann folgen die Versuche, in deren Verlauf d. h. nach dem Eintritt einer starken Pulsverlangsamung, die Vagi durchschnitten wurden. Eine dritte Gruppe bilden die Versuche in welchen das CO-Gas bei durchschnittenen Vagis eingeblasen wurde. Den Schluss machen die Versuche, in denen die Vergiftung bei zerquetschtem Rückenmark vor sich ging.

An die Versuche, welche ich ohne Commentar mittheile, reihen sich in einem besondern Abschnitt die daraus zu ziehenden Schlüsse.

A. Die Versuche.

I. Versuch (5. August 1865).

Einem sehr kräftigen Hunde von mittlerer Grösse werden um

12 U. 9 Min. 0,25 Gran *Morph. acet.*, und, nachdem man die nöthigen Vorbereitungen zur künstlichen Respiration und zur Messung des Blutdruckes getroffen hatte, um

12 U. 33 Min. 6 Milligr. Worara eingespritzt.

Schon ein Paar Minuten vor der letzten Einspritzung hatten die Einblasungen von atmosphärischer Luft begonnen.

Mittlerer Druck = 123,5 Mm., Pulsfrequenz = 113. Um

12 U. 37⅙ Min. beginnen die Einblasungen des CO-haltigen Gasgemenges (dessen Gehalt an CO circa 1% beträgt).

Schon wenige (kaum 7) Secunden nach dem Anfang der Einblasungen beginnt der Druck schnell und stark zu sinken, und um dieselbe Zeit die Pulsfrequenz zu steigen. Um

12 U. 37½ Min hat der Druck ein Minimum von 101,5 Mm. erreicht, während die Pulsfrequenz 156 (in der Minute) beträgt.

Von da ab bis 12 U. 37⅞ Min. steigt der Druck wieder unter weiterer Zunahme der Pulsfrequenz. Um

12 U. 37⅞ Min. Druck = 121 Mm., Pulsfrequenz = 180.

Jetzt beginnt, bei fortdauerndem Wachsen der Pulsfrequenz, ein abermaliges aber langsameres Sinken des Druckes. Um

12 U. 38¼ Min. ist der Druck = 114,5 Mm.; Pulsfrequenz = 203.

12 U. 38¾ Min. ist der Druck = 112,5 Mm., die Pulsfrequenz = 221.

Von da ab beginnt auch die Pulsfrequenz abzunehmen. Um

12 U. 39¾ Min. Druck = 114 Mm., Pulsfrequenz = 200.
12 U. 40¾ Min. Druck = 113 Mm., Pulsfrequenz = 178.
12 U. 41¾ Min. Druck = 111 Mm., Pulsfrequenz = 153.
12 U. 42⅛ Min. Druck = 106,5 Mm., Pulsfrequenz = 93.
12 U. 43⅛ Min. Druck = 105,5 Mm., Pulsfrequenz = 84.
12 U. 33⅜ Min. Druck = 100 Mm., Pulsfrequenz = 60.

Hierauf folgt ein Zeitraum, in welchem Druck und Pulsfrequenz gemeinschaftlich in die Höhe gehen. Um

12 U. 43⅝ Min. Druck = 104,5 Mm., Pulsfrequenz = 66,5.
12 U. 43⅞ Min. Druck = 112 Mm., Pulsfrequenz = 75.
12 U. 44⅛ Min. Druck = 114 Mm., Pulsfrequenz = 82.

12 U. $44\frac{3}{8}$ Min. Druck = 117 Mm., Pulsfrequenz = 95.
12 U. $44\frac{5}{8}$ Min. Druck = 125 Mm., Pulsfrequenz = 101.
12 U. $44\frac{7}{8}$ Min. Druck = 122 Min., Pulsfrequenz = 113.
12 U. $45\frac{1}{8}$ Min. Druck = 123 Min., Pulsfrequenz = 113.

Hierauf beginnt das Thier einige Mal spontan zu athmen*), wonach der Druck vorübergehend auf 104 Mm., die Pulsfrequenz auf 134 steigt. Um

12 U. $47\frac{1}{2}$ Min. (nachdem seit mindestens $1\frac{1}{2}$ Minuten die Athembewegungen verschwunden sind) ist der Druck = 122 Mm., die Pulsfrequenz = 134, also der Druck im Absinken, die Pulsfrequenz im Zunehmen begriffen.

Kurz darauf (um 12 U. $47\frac{3}{4}$ Min.) werden die Einblasungen des CO-haltigen Gasgemenges ausgesetzt und statt derselben wieder Einblasungen von reiner atmosphärischer Luft gemacht.

Trotzdem fährt der Druck zu sinken und die Pulsfrequenz zu steigen fort. Um

12 U. $49\frac{1}{4}$ Min. ist der Druck = 114 Mm., die Pulsfrequenz = 156.

Dass aber, ungeachtet der so hohen Pulsfrequenz doch keine Lähmung des Hemmungsnervensystems zu Stande gekommen war, beweist der Umstand, dass, als um $1\frac{1}{2}$ U. $5\frac{1}{2}$ Min. die künstliche Respiration suspendirt wurde, der Druck unter beträchtlicher Verminderung der Pulsfrequenz in die Höhe ging. Wie ich früher erwiesen habe, ist diese Verminderung der Pulsfrequenz durch eine gesteigerte Erregung des Hemmungsnervensystems bedingt.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der in unserem Versuche enthaltenen Zahlen.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
12 - 9 -	—	—	0,25 Gran *Morph. acet.*
12 - 33 -	—	—	6 Milligrm. Worara.
—	123,5	113	
12 - $37\frac{1}{8}$ -	—	—	Beginnen die CO-Einblas. (c. 1%).
12 - $37\frac{1}{2}$ -	101,5	156	

*) Diese Erscheinung, das plötzliche Eintreten von Athembewegungen bei worarisirten Thieren, beobachtet man auch bei anderen Giften, die erregend auf die „vitalen" Nervencentra einwirken, so wie im Verlaufe von Suspensionen der künstlichen Respiration. Man kann aber das Eintreten der Athembewegungen in allen diesen Fällen verhindern durch Anwendung grösserer Dosen des Worara-Giftes.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
12U. 37⅞M.	121,0	180	
12 - 38¼ -	114,5	203	
12 - 38¾ -	112,5	221	
12 - 39¾ -	114,0	200	
12 - 40¾ -	113,0	178	
12 - 41¾ -	111,0	153	
12 - 42⅞ -	106,5	93	
12 - 43⅛ -	105,5	84	
12 - 43⅜ -	100,0	60	
12 - 43⅝ -	104,5	66,5	
12 - 43⅞ -	112,0	75,0	
12 - 44⅛ -	114,0	82,0	
12 - 44⅜ -	117,0	95.0	
12 - 44⅝ -	125,0	101,0	
12 - 44⅞ -	122,0	113,0	
12 - 45⅛ -	123,0	113,0	
12 - 47½ -	122,0	134,0	
12 - 47¾ -	—	—	Ende der CO-Einblasungen. Statt derselben Einblasungen von atmosphärischer Luft.
12 - 49¼ -	114	156*)	

II. Versuch (26. Mai 1865).

Einem übermittelgrossen weiblichen Hunde von schwächlichem Bau und mit engen, dünnwandigen Arterien, wurden um
9 U. 52½ Min. 0,2 Gran *Morph acet.* und um
10 U. 16¾ Min. 6 Milligr. Worara eingespritzt.

*) Die Zahlen, welche den Druck angeben, sind insofern zu hoch, als ich es aus Bequemlichkeit unterlassen habe, von den in Mm. (Millimetern) angegebenen Quecksilbersäulen die auf Quecksilber reducirten Natronsäulen (*sit venia verbo!*) von gleicher Höhe abzuziehen. Begreiflich büssen die Zahlen dadurch nichts von ihrer Vergleichbarkeit ein. — Die Pulsfrequenz habe ich stets für eine Minute berechnet, nachdem ich das Mittel gezogen hatte aus den Pulszahlen, welche den letzten 6,9 Secunden des einen und den ersten 6,9 Secunden des nächstfolgenden Zeitraums angehörten. Der mittlere Druck ist nach ähnlichem Prinzip bestimmt. Ich suchte die dem angegebenen Zeitpunkt zunächstliegenden höchsten und niedrigsten Drucke, und aus diesen wurde das Mittel

Mittlerer Druck = 119 Mm., Pulsfrequenz = 62. Um
10 U. 46$\frac{9}{16}$ Min. Beginn der CO-Einblasungen (2%).
10 U. 46$\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 112,5 Mm., Pulsfrequenz = 66.
10 U. 47 Min. mittl. Druck = 106 Mm., Pulsfrequenz = 104.
10 U. 47$\frac{1}{8}$ Min. mittl. Druck = 119 Mm., Pulsfrequenz = 95.
10 U. 47$\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 113,5 Mm., Pulsfrequenz = 101.
10 U. 47$\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 105 Mm., Pulsfrequenz = 130.
10 U. 48 Min. mittl. Druck = 102 Mm., Pulsfrequenz = 132.
10 U. 48$\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 94 Mm., Pulsfrequenz = 126.
10 U. 48$\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 91,5 Mm., Pulsfrequenz = 114.
10 U. 49 Min. mittl. Druck = 87 Mm., Pulsfrequenz = 101.
10 U. 49$\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 77 Mm., Pulsfrequenz = 65.
10 U. 49$\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 74 Mm., Pulsfrequenz = 40.
10 U. 50 Min. mittl. Druck = 60 Mm., Pulsfrequenz = 28.
10 U. 50$\frac{1}{8}$ Min. Beendigung der CO-Einblasungen.
10 U. 50$\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 73 Mm., Pulsfrequenz = 39.
10 U. 50$\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 78,5 Mm., Pulsfrequenz = 49.
Bald darauf Reinigung des Instruments*). — Um
10 U. 58$\frac{1}{4}$ Min. nach vollendeter Reinigung beginnt der zweite Theil des Versuches.
10 U. 59$\frac{1}{8}$ Min. mittl. Druck = 79 Mm., Pulsfrequenz = 168.
Gleich darauf von Neuem CO-Einblasungen (mit demselben Gasgemenge). Bis dahin waren Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht worden.
10 U. 59$\frac{3}{8}$ Min. mittl. Druck = 76,5 Mm., Pulsfrequenz = 165.
10 U. 59$\frac{5}{8}$ Min. mittl. Druck = 81 Mm., Pullsfrequenz = 162.
10 U. 59$\frac{7}{8}$ Min. mittl. Druck = 77,5 Mm., Pulsfrequenz = 156.
11 U. $\frac{3}{8}$ Min. mittl. Druck = 77 Mm., Pulsfrequenz = 145.
11 U. $\frac{5}{8}$ Min. mittl. Druck = 79 Mm., Pulsfrequenz = 139.

---

gezogen. Gewöhnlich benutzte ich die respiratorischen Elevationen zu diesem Zwecke; in den Fällen, wo die Pulsfrequenz sehr niedrig war, bediente ich mich der cardialen Elevationen. —

*) Bei der Reinigung des Kymographion (d. h. der mit der Lösung von kohlensaurem Natron gefüllten Röhrenleitung) muss jedes Mal auch an die Möglichkeit einer Thrombus-Bildung in der Art. crural. gedacht werden. Nach einer später zu beschreibenden Methode suche ich den etwa gebildeten Thrombus in die Aorta abdom. und von da in das Lumen einer anderen Arterie zu treiben. Ich benutze dazu lauwarmes Wasser von der Temperatur des Blutes (℥β—℥j). Die Folge dieser Operation ist jedes Mal eine beträchtliche Steigerung des Blutdruckes, die aber nach mehreren Minuten wieder verschwindet. Begreiflich muss man mit dem eigentlichen Versuche so lange warten, bis der mittlere Druck wieder wenigstens nahezu constant geworden ist.

11 U. $\frac{7}{8}$ Min. mittl. Druck = 74 Mm., Pulsfrequenz = 119.
11 U. $1\frac{3}{8}$ Min. mittl. Druck = 69,5 Mm., Pulsfrequenz = 69.
11 U. $1\frac{5}{8}$ Min. mittl. Druck = 54,5 Mm., Pulsfrequenz = 32.
11 U. $1\frac{7}{8}$ Min. mittl. Druck = 81 Mm., Pulsfrequenz = 34.
11 U. $2\frac{3}{8}$ Min. mittl. Druck = 120 Mm., Pulsfrequenz = 46.
11 U. $2\frac{5}{8}$ Min. mittl. Druck = 125 Mm., Pulsfreqrenz = 74,
11 U. $2\frac{7}{8}$ Min. mittl. Druck = 122 Mm., Pulsfrequenz = 82,5.
11 U. $3\frac{3}{8}$ Min. mittl. Druck = 115 Mm., Pulsfrequenz = 97,5.
11 U. $4\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 112 Mm., Pulsfrequez = 104.
11 U. 5 Min. mittl. Druck = 104,5 Mm., Pulsfrequenz = 100.
11 U. $5\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 101 Mm., Pulsfrequenz = 93.
11 U. 6 Min. mittl. Druck = 97 Mm., Pulsfrequenz = 89.
11 U. $6\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 90 Mm., Pulsfrequenz = 81. Um
11 U. $6\frac{11}{16}$ Min. werden die CO-Einblasungen ausgesetzt und statt derselben wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.

11 U. $7\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 89 Mm., Pulsfrequenz = 162.
11 U. 8 Min. mittl. Druck = 90 Mm., Pulsfrequenz = 171.
11 U. $8\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 90 Mm., Pulsfrequenz = 175.
11 U. $8\frac{7}{8}$ Min. mittl. Druck = 89,5 Mm., Pulsfrequenz = 178.
Gleich darauf wird die künstliche Respiration suspendirt.

Die Wirkung dieser Suspension unterscheidet sich von der Wirkung solcher Suspensionen, die unter gewöhnlichen Bedingungen eingeleitet werden, in mehrfacher Weise. Erstens beobachtet man die periodischen Schwankungen des Druckes, die sonst erst nach öfters wiederholten Suspensionen bald nach dem Aufhören der künstlichen Respiration erscheinen, hier im Beginn der Suspensionen, obgleich keine anderen Suspensionen vorher gegangen sind. Zweitens findet man weit colossalere Perioden als bei gewöhnlichen Suspensionen. Drittens kommt es sehr bald zu einer enormen Verminderung der Pulsfrequenz, mit welcher zugleich eine starke Erniedrigung des Druckes verbunden ist. Die folgenden Zahlen dienen am besten zur Veranschaulichung dieser Verhältnisse. — Um
11 U. $9\frac{1}{4}$ Min. ist der Druck auf 110 Mm. gestiegen, Pulsfrequenz = 167.

Von da ab beginnt er zu fallen und statt der flachen Schwankungen des Druckes erscheinen jetzt die erwähnten colossalen Perioden. Die grösste Dauer einer solchen Periode ist = 7 Secunden; ihre grösste Höhe = 86 Mm. Im aufsteigenden Schenkel nimmt die Frequenz der Pulse zu, im absteigenden nimmt sie ab.

11 U. $9\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 96,5 Mm., Pulsfrequenz = 52.

11 U. 10 Min. mittl. Druck = 54 Mm., Pulsfrequenz = 17,5. Die Perioden sind nur noch schwach angedeutet.

11 U. 10⅝ Min. mittl. Druck = 71 Mm., Pulsfrequenz = 25.

Das Thier wird durch Erstickung getödtet.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der gefundenen Zahlen.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
9U.52½ M.	—	—	0,2 Gran *Morph.* eingespritzt.
10 - 16¾ -	—	—	6 Milligr. Worara eingespritzt.
—	119,0	62	
10 - 46 9/16 -	—	—	Beginn der CO-Einblasungen (2%).
10 - 47 -	106,0	104	
10 - 47⅛ -	119,0	95	
10 - 47½ -	113,5	101	
10 - 47¾ -	105,0	130	
10 - 48 -	102,0	132	
10 - 48½ -	94	126	
10 - 48¾ -	91,5	114	
10 - 49 -	87,0	101	
10 - 49½ -	77,0	65	
10 - 49¾ -	74,0	40	
10 - 50 -	60,0	28	
10 - 50⅛ -	—	—	Beendigung der CO-Einblasungen. Statt derselben Einblasungen von atmosphärischer Luft.
10 - 50½ -	73,0	39	
10 - 50¾ -	78,5	49	
10U.59⅛ M.	79,0	168	Gleich nachher wieder CO-Einbl.
10 - 59⅜ -	76,5	165	
10 - 59⅝ -	81,0	162	
10 - 59⅞ -	77,5	156	
11 - ⅜ -	77,0	145	
11 - ⅝ -	79,0	139	
11 - ⅞ -	74	119	
11 - 1⅜ -	69,5	69	
11 - 1⅝ -	54,6	32	
11 - 1⅞ -	81,0	34	
11 - 2⅜ -	120,0	46	
11 - 2⅝ -	125,0	74	
11 - 2⅞ -	122,0	82,5	
11 - 3⅜ -	115,0	97,5	
11 - 4½ -	112,0	104,0	
11 - 5 -	104,5	100,0	
11 - 5½ -	101,0	93,0	

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
11 U. 6 M.	97,0	89	
11 - 6½ -	90,0	81	
11 - 6$\frac{11}{16}$ -	—	—	Die CO-Einbl. werden ausgesetzt.
11 - 7½ -	89,0	162	
11 - 8 -	90,0	171	
11 - 8⅙ -	90,0	175	
11 - 8⅞ -	89,5	178*)	

III. Versuch.

Mittelgrosser, mittelkräftiger Hund mit engen Arterien.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
10 U. 56 M.	—	—	Einspritzung von 0,3 Gran *Morph.*
11 - 38 -	—	—	Einspritzung von 6 Milligr. Worara.
11 - 53¾ -	115	101	
11 - 53$\frac{13}{16}$ -	—	—	Beginn der Einblasung v. CO (2,3%).
11 - 54⅜ -	103,5	139	
11 - 54⅞ -	110,0	143	
11 - 54¾ -	99,0	143	
11 - 55¾ -	88,5	150	
11 - 56 -	83,0	152	
11 - 56¼ -	79,5	156	
11 - 56½ -	82,0	165	
11 - 56¾ -	82,0	156	
11 - 57 -	82,0	145	
11 - 57¼ -	89,0	133	
11 - 57½ -	96,5	114	
11 - 57¾ -	100,0	100	
11 - 58 -	106,0	80	

Das Experiment wurde nicht beendet, weil bei dem Versuche, den rechten Vagus zu durchschneiden, die Carotis verletzt wurde.

*) Die während der Suspension gewonnenen Zahlen sind hier nicht aufgeführt.

IV. Versuch (31. Mai 1865).

Mittelgrosser, weiblicher, kräftiger Hund mit weiten Arterien.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
			0,3 Gran Morph. acet. und längere Zeit nachher 6 Milligr. Worara.
1 U. 29½ M.	112	81	
1 - 29⅝ -	—	—	Einblasungen von CO-Gas (4%).
1 - 30 -	107	145	
1 - 30⅛ -	129,5	180	
1 - 30¼ -	129,5	93	
1 - 30½ -	119,0	81	
1 - 30¾ -	121,0	86,5	
1 - 31 -	124,0	95,0	
1 - 31½ -	111,0	134,0	
1 - 32½ -	108,0	114,0	
1 - 32¾ -	106,5	100,0	
1 - 33 -	100,0	78,0	
1 - 33¼ -	98,5	62,5	
1 - 33½ -	105,0	60,5	
1 - 33¾ -	113,0	45,0	
1 - 34⅛ -	124,5	46,0	
1 - 34¼ -	132,0	52,0	
1 - 34½ -	128,0	59,0	
1 - 34¾ -	117,5	59,0	
1 - 35¾ -	119,0	79	
1 - 36 -	115,0	78	
1 - 36⅜ -	112,0	92	
1 - 36½ -	116,0	98	
1 - 36¾ -	121,0	115	
1 - 37 -	118,0	130	
1 - 37¼ -	113,0	162,5	
1 - 37½ -	112,0	147,0	
1 - 37¾ -	95,5	101,0	
1 - 38 -	103,0	75,0	
1 - 39¼ -	89,0	139,0	
1 - 39⅜ -	85,0	132,0	
1 - 39 $\frac{7}{16}$ -	—	—	werden die CO-Einblasungen ausgesetzt und statt derselben Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.
1 - 39⅝ -	89	104,0	Die respiratorischen Elevationen werden unregelmässig.
1 - 40 -	89	115	
1 - 40¼ -	114	130	
1 - 40⅜ -	108,5	171	Gleich hinterher kommt der Pulsus bigeminus zum Vorschein.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
1 U. $40\frac{5}{8}$ M.	91	197	
1 - $40\frac{7}{8}$ -	91,5	182	
1 - 41 -	107,0	160	Der Pulsus bigeminus verschwindet; ebenso die Unregelmässigkeit der respiratorischen Elevationen.
1 - $41\frac{1}{4}$ -	98,5	182	
1 - $41\frac{1}{2}$ -	98,0	182	
1 - $41\frac{7}{8}$ -	98,0	182	Hierauf Reinigung des Apparates.
1 U. $52\frac{1}{8}$ M.	112,5	143	
1 - $52\frac{3}{16}$ -	—	—	Wiederbeginn der CO-Einblasungen.
1 - $52\frac{3}{8}$ -	118,0	152	
1 - $52\frac{1}{2}$ -	119,5	158	
1 - $52\frac{5}{8}$ -	122,0	178	Die respiratorischen Elevationen sind höher und der absteigende Schenkel steiler geworden.
1 - $52\frac{3}{4}$ -	120,0	188	
1 - $52\frac{7}{8}$ -	119,0	200	
1 - 53 -	113,5	204	
1 - $53\frac{1}{4}$ -	99,0	206	Die respiratorischen Elevationen sind bedeutend flacher geworden.
1 - $53\frac{3}{8}$ -	84,5	208	
1 - $53\frac{1}{2}$ -	78,5	200	
1 - $53\frac{5}{8}$ -	76,5	184	
1 - $53\frac{3}{4}$ -	80,0	119	
1 - $53\frac{7}{8}$ -	91,0	110	
1 - 54 -	88,5	101	
1 - $54\frac{1}{8}$ -	92,0	106	
1 - $54\frac{1}{4}$ -	98,5	108	
1 - $54\frac{3}{8}$ -	100,0	114	
1 - $54\frac{1}{2}$ -	92,0	117	
1 - $54\frac{5}{8}$ -	90,0	114	
1 - $54\frac{3}{4}$ -	88,5	113	
1 - $54\frac{7}{8}$ -	85,5	108	
1 - $54\frac{15}{16}$ -	—	—	Ende der CO-Einblasungen. Statt derselben wieder atmosphärische Luft.
1 - 55 -	79,5	88	
1 - $55\frac{1}{8}$ -	80,5	62	Es erscheinen wieder hohe respiratorische Elevationen von der Gestalt derjenigen, welche man bei starker Erregung des Hemmungs-Nervensystems beobachtet.
1 - $55\frac{1}{4}$ -	84,5	69	
1 - $55\frac{3}{8}$ -	90,0	49	
1 - $55\frac{1}{2}$ -	85,0	58	
1 - $55\frac{5}{8}$ -	89,5	69	
1 - $56\frac{5}{8}$ -	115,5	147	
1 - 57[illegible] -	117,0	—	

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
1 U. 57$\frac{1}{4}$ M.	119,0	145	
1 - 57$\frac{3}{4}$ -	112,5	174	
1 - 58$\frac{1}{4}$ -	113,5	165	
1 - 58$\frac{3}{8}$ -	115,0	175	
1 - 58$\frac{5}{8}$ -	116,0	143	
2 - $\frac{3}{4}$ -	116,0	130	Gleich darauf wird die künstliche Respiration suspendirt, und dadurch eine starke Erregung des Hemmungs-Nervensystems herbeigeführt.

V. Versuch (17. Juli 1865).

Kranker, schwacher Hund.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
11 U. 26 M.	—	—	0,2 Gran Morph. acet.
12 - 2$\frac{1}{2}$ -	—	—	8 Milligr. Worara
12 - 17$\frac{3}{4}$ -	140	182	
12 - 17$\frac{7}{8}$ -	—	—	Beginn der CO-Einblasungen (c. 2%).
12 - 18$\frac{1}{8}$ -	133	178	
12 - 18$\frac{1}{4}$ -	117	147	
12 - 18$\frac{3}{8}$ -	103,5	149	
12 - 18$\frac{1}{2}$ -	104,5	162	
12 - 18$\frac{5}{8}$ -	115,0	188	
12 - 18$\frac{3}{4}$ -	94,0	195	
12 - 18$\frac{15}{16}$ -	101,0	214	
12 - 19$\frac{3}{8}$ -	93,0	174	
12 - 19$\frac{1}{2}$ -	88,5	184	
12 - 19$\frac{3}{4}$ -	80,5	140	
12 - 20 -	76,0	133	
12 - 20$\frac{1}{4}$ -	74,0	126	Die respiratorischen Elevationen sind bedeutend niedriger geworden.
12 - 20$\frac{1}{2}$ -	64,0	113	
12 - 20$\frac{3}{4}$ -	52,5	71	
12 - 21 -	35,5	40	Ende der CO-Einblasungen. Statt derselben Einblasungen von atmosphärischer Luft.
12 - 21$\frac{1}{4}$ -	34,5	43	
12 - 21$\frac{1}{2}$ -	38,0	48	Die respiratorischen Elevationen sind kaum angedeutet.
12 - 21$\frac{3}{4}$ -	45,0	53	

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
12 U. 23¾ M.	57,0	110	
12 - 25 -	61,5	147	Die respiratorischen Elevationen sind wieder ganz deutlich ausgeprägt.
12 - 26½ -	76,6	130	
12 - 27 -	80,0	126	
12 - 27½ -	79,5	130	
12 - 28 -	79,0	130	
12 - 28⅝ -	81,5	134	Gleich hinterher wieder CO - Einblasungen.
12 - 28⅞ -	83,5	147	
12 - 29 -	86,0	152	
12 - 29⅛ -	93,5	156	
12 - 29¼ -	96,0	165	
12 - 29½ -	102,0	169	
12 - 29¾ -	108,0	173	Die respiratorischen Elevationen sind bedeutend höher geworden.
12 - 30 -	105,0	167	
12 - 30½ -	86,5	145	
12 - 31 .	54,5	95	
12 - 32 -	32,0	43	
12 - 33 -	23,0	40*)	Gleich darauf werden die CO - Einblasungen ausgesetzt.

VI. Versuch) 18. Juli 1865).

Einem kräftigen mittelgrossen Hunde werden um

11 U. 23 Min. 0,2 Gran *Morph. acetic.*, dann zwei Dosen Worara, die eine von 6 Milligr. um

12 U. 4 Min., die andere von 5 Milligr. um

12 U. 22 Min. eingespritzt.

Die Einblasungen von atmosphärischer Luft hatten schon vor der ersten Worara-Einspritzung begonnen.

Der mittlere Druck = 115,6 Mm., Pulsfrequenz = 113. — Um

12 U. 27 Min. beginnen die Einblasungen von CO (c. 2%).

Die Wirkung beginnt kaum 7 Secunden nach dem Anfang der Einblasungen. Es sinkt der Druck und steigt die Pulsfrequenz.

*) Die cardialen Elevationen sind so niedrig, dass sie nur noch schwer zu unterscheiden sind

31 Secunden nach Beginn der CO-Einblasungen hat der Druck sein Minimum von 71 Mm. erreicht, während die Pulsfrequenz auf 234 gestiegen ist.

40 Secunden nach Beginn der CO-Einblasungen ist der Druck wieder = 112 Mm., die Pulsfrequenz = 260.

Von da ab beginnt die Pulsfrequenz zu sinken, während der Druck noch weiter, aber langsam in die Höhe geht.

12 U. 28¾ Min. ist der Druck = 120 Mm., die Pulsfrequenz = 147.

Nachdem die Pulsfrequenz bedeutend abgenommen hat, kommt auch der Druck wieder ins Sinken.

12 U. 29¼ Min. ist der Druck auf 98 Mm. und die Pulsfrequenz auf 65 gefallen.

Gleich darauf werden beide Vagi durchschnitten.

Nach Durchschneidung des zweiten, die um

12 U. 29⅓ Min. vollendet ist, steigt der Druck auf 152 Mm., die Pulsfrequenz auf 260 Mm.*)

Doch kommt der Druck sofort wieder ins Sinken und um

12 U. 30 Min. ist der Druck bereits wieder 86 Mm., während die Pulsfrequenz unverändert bleibt.

Von da ab geht der Druck abermals, aber langsam in die Höhe, während die Pulsfrequenz abnimmt. — Um

12 U. 31½ Min. ist der Druck = 114 Mm., die Pulsfrequenz = 190.

Nachdem diese Höhe erreicht ist, tritt ein neues Sinken des Druckes ein. Die Pulsfrequenz fährt fort abzunehmen, und ausserdem beobachtet man eine ziemlich starke Unregelmässigkeit des Pulses. Bemerkenswerth ist auch, dass, trotz fortdauernd regelmässiger Einblasungen, die Druckcurve keinerlei respiratorische Elevationen zeigt.

12 U. 32⅛ Min. ist der Druck auf 91 Mm., die Pulsfrequenz auf 157 gesunken. Jetzt werden die Einblasungen von CO ausgesetzt und an ihrer Stelle Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.

---

*) Kurz nach Durchschneidung der Vagi kommt das unter dem Namen der „zweispitzigen Wellen" von mir beschriebene Phaenomen (das zweckmässiger als Pulsus bigeminus bezeichnet werden könnte) zum Vorschein. Dieses Phaenomen lässt sich, wie mich zahlreiche nachträglich gemachte Beobachtungen gelehrt haben, überall da beobachten, wo eine abnorme Erregung des cardialen Theils des Hemmungs-Nervensystems Statt findet.†)

†) Ich hebe hier nochmals hervor, dass es sich dabei in der That um zwei Herzcontractionen handelt, deren jede sich durch zwei legitime „Herztöne" documentirt.

Unter dem Einfluss dieser Einblasungen nimmt die Pulsfrequenz zu, während der Druck weiter zu sinken fortfährt.

Sehr bald erscheinen ferner grössere Schwankungen an der Druckcurve, denen ähnlich, welche man bei wiederholten langen Suspensionen nach Durchschneidung der Vagi beobachtet (vergl. Medic. Central-Zeitung vom 26. März 1862 p. 195).

12 U. 34¼ Min. ist der Druck auf 62 Mm. herabgesunken, die Pulsfrequenz auf 208 gestiegen.*)

Von da ab bis 12 U. 38 Min. steigt der Druck fortdauernd und zwar unter Schwankungen der angegebenen Art in die Höhe. Von 12 Uhr 36 Min. bis 12 Uhr 36¼ Min. sind diese Schwankungen sehr regelmässig; es erscheinen ihrer etwas mehr als fünf in einer Minute, ihre Höhe beträgt c. 7 Mm., sie sind ungleichschenklig, der aufsteigende Schenkel steiler als der absteigende.**) — Um

12 U. 38 Min. ist der Druck = 132 Mm., also weit höher als vor den CO-Einblasungen; die Pulsfrequenz = 268, also etwas höher als nach der Durchschneidung der Vagi. Sein Maximum erreicht der Druck gegen

12 U. 39¾ Min. Um diese Zeit beträgt er 171 Mm.; die Pulsfrequenz 252. Die grossen wellenförmigen Schwankungen haben sich verloren***) und an ihrer Stelle erscheinen wieder ganz regelmässige, wenn auch sehr flache respiratorische Elevationen, deren Zahl gleich der Zahl der Einblasungen ist. — Um

12 U. 42¾ Min., nachdem der Druck auf 152 Mm. gesunken ist und während die Pulsfrequenz 247 beträgt, werden abermals Einblasungen von CO-Cas gemacht.

Kaum 7 Secunden nach Beginn derselben tritt eine auffallende Veränderung in Bezug auf Druck und Pulsfrequenz ein. Der Puls wird äusserst unregelmässig und seltener; es verschwindet jede Andeutung von respiratorischen Elevationen an der Druckcurve und gleichzeitig beobachtet man ein rasches Sinken des Druckes. — Um

12 U. 43¼ Min. ist der Druck bereits auf 114 Mm., die Puls-

---

*) Auch ist der Pulsus bigeminus, der gegen Ende der CO-Einblasungen nur noch selten zum Vorschein kam, in ganz regelmässiger Weise wiedergekehrt.

**) Und an diesen regelmässigen langen Wellen erscheinen als regelmässige Erhebungen zweiter Ordnung die kleinen „zweispitzigen Wellen", welche der Pulsus bigeminus bildet. In Bezug auf die Ungleichheit der Schenkel an den grossen Wellen muss ich bemerken, dass man dasselbe häufig auch an den grossen Wellen beobachtet, welche im Verlaufe wiederholter langer Suspensionen nach Durchschneidung der Vagi auftreten.

***) Auch der Pulsus bigeminus ist verschwunden.

frequenz auf 208 herabgegangen und schon eine Minute nach Beginn der Einblasungen von CO, also um

12 U. 43¾ Min. beträgt der Druck nicht mehr als 47 Mm. und die Pulsfrequenz nur noch 113. — Und gegen

12 U. 45¼ Min. machen sich die Contractionen des linken Ventrikels gar nicht mehr bemerkbar.

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der erhaltenen Zahlen.

Zeit.	Druck in Mm.	Pulsfrequenz in einer Minute.	Bemerkungen.
11 U. 23 M.	—	—	0,2 Gran Morph. acet.
12 - 4 -	—	—	6 Milligr. Worara.
12 - 22 -	—	—	5 Milligr. Worara.
	115,6	113	Während der Einblasungen von atmosphärischer Luft.
12 - 27 -	—	—	Beginn der CO-Einblasungen (c. 2%).
12 - 27½ -	71	234	
12 - 27⅔ -	112	260	
12 - 28¾ -	120	147	
12 - 29¼ -	98	65	Gleich darauf Durchschneidung beider Vagi.
12 - 29⅓ -	152	260	
12 - 30 -	86	260	
12 - 31½ -	114	190	
12 - 32⅛ -	91	157	Die Einblasungen von CO-Gas werden ausgesetzt und statt derselben wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.
12 - 34¼ -	62	208	
12 - 38 -	132	268	
12 - 39¾ -	171	252	
12 - 42¾ -	152	247	Gleich darauf abermals CO-Einblasungen.
12 - 43¼ -	114	208	
12 - 43¾ -	47	113	

VII. Versuch (4. August 1865).

Einem kräftigen, mittelgrossen Hunde werden um

11 U. 3½ Min. 0,2 Gran *Morph. acetic.*, und um

11 U. 34 Min. 6 Milligr. Worara eingespritzt.

In der Zwischenzeit sind alle übrigen Vorbereitungen gemacht worden; die künstliche Respiration hat kurz vor der Worara-Einspritzung begonnen.

Das einzublasende CO-haltige Gasgemenge enthält 0,7% CO-Gas. Um

11 U. 54⅞ Min. beginnen die Einblasungen mit diesem Gasgemenge.

Der mittlere Druck betrug vorher 128,5 Mm., die Pulsfrequenz 139. Um

11 U. 55 Min. mittlerer Druck = 126 Mm., Pulsfrequenz = 149.
11 U. 55½ Min. mittlerer Druck = 125 Mm., Pulsfrequenz = 166.
11 U. 55¾ Min. mittl. Druck = 121 Mm., Pulsfrequenz = 171.
11 U. 56 Min. mittl. Druck = 119,5 Mm., Pulsfrequenz = 180.
11 U. 56¼ Min. mittl. Druck = 117,5 Mm., Pulsfrequenz = 184.
11 U. 56½ Min. mittl. Druck = 113 Mm., Pulsfrequenz = 184.
11 U. 56¾ Min. mittl. Druck = 103 Mm., Pulsfrequenz = 195.
11 U. 57 Min. mittl. Druck = 103 Mm., Pulsfrequenz = 200.
11 U. 57¼ Min. mittl. Druck = 97 Mm., Pulsfrequenz = 204.
11 U. 57½ Min. mittl. Druck = 99 Mm., Pulsfrequenz = 208.
11 U. 57¾ Min. mittl. Druck = 97,5 Mm., Pulsfrequenz = 204.
11 U. 58 Min. mittl. Druck = 102 Mm., Pulsfrequenz = 200.
11 U. 59 Min. mittl. Druck = 116 Mm., Pulsfrequenz = 165.
11 U. 59¼ Min. mittl. Druck = 118 Mm., Pulsfrequenz = 156.
11 U. 59½ Min. mittl. Druck = 118 Mm., Pulsfrequenz = 153.
11 U. 59¾ Min. mittl. Druck = 115 Mm., Pulsfrequenz = 145.
12 U. 0 Min. mittl. Druck = 116 Mm., Pulsfrequenz = 130.
12 U. ¼ Min. mittl. Druck = 114 Mm., Pulsfrequenz = 110.
12 U. ½ Min. mittl. Druck = 108 Mm., Pulsfrequenz = 97.
12 U. ¾ Min. mittl. Druck = 103 Mm., Pulsfrequenz = 86.
12 U. 1 Min. mittl. Druck = 88,5 Mm., Pulsfrequenz = 73.
Gleich darauf Durchschneidung beider Vagi.
12 U. 1⅛ Min. mittl. Duck = 178 Mm., Pulsfrequenz = 235.
Hiernach beginnt der Druck sofort wieder und schnell zu sinken.
12 U. 1¼ Min. mittl. Druck = 131 Mm., Pulsfrequenz = 252.
12 U. 1½ Min. mittl. Druck = 122,5 Mm., Pulsfrequenz = 239.*)
12 U. 2 Min. mittl. Druck = 86 Mm., Pulsfrequenz = 217.
12 U. 2½ Min. mittl. Druck = 80,5 Mm., Pulsfrequenz = 208.
12 U. 3 Min. mittl. Druck = 76 Mm., Pulsfrequenz = 195.
12 U. 3½ Min. mittl. Druck = 74 Mm., Pulsfrequenz = 200.
12 U. 4 Min. mittl. Druck = 63 Mm., Pulsfrequenz = 195.
12 U. 4½ Min. mittl. Druck = 62 Mm., Pulsfrequenz = 156.

---

*) Auch hier erschien der Pulsus bigeminus kurze Zeit nach der Vagi-Durchschneidung (etwa 15 Secunden nach Vollendung dieser Operation).

12 U. $4\frac{5}{8}$ Min. Die CO-Einblasungen werden ausgesetzt und statt derselben wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.

12 U. $6\frac{1}{4}$ Min. mittl. Druck = 140 Mm., Pulsfrequenz = 188*).
12 U. $6\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 103,5 Mm., Pulsfrequenz = 188.
12 U. $7\frac{1}{4}$ Min. mittl. Druck = 88 Mm., Pulsfrequenz = 193.
12 U. $7\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 85 Mm., Pulsfrequenz = 200.
12 U. $8\frac{1}{4}$ Min. mittl. Druck = 90 Mm., Pulsfrequenz = 206.
12 U. $8\frac{3}{4}$ Min. mittl. Druck = 97,5 Mm., Pulsfrequenz = 202.
12 U. $9\frac{1}{4}$ Min. mittl. Druck = 104 Mm., Pulzfrequenz = 208.
12 U. $11\frac{1}{2}$ Min. mittl. Druck = 122 Mm., Pulsfrequenz = 213.

Gleich hinterher wird die künstliche Respiration suspendirt. In Folge dieser Suspension steigt der Druck gerade so wie in einem Falle, wo vorher kein CO-Gas zur Anwendung gekommen, sondern atmosphärische Luft eingeblasen worden war. Nach kaum $1\frac{1}{4}$ Minute hat er eine Höhe von 108 Mm. erreicht; zur selben Zeit ist die Pulsfrequenz = 217. Doch zeigen sich zwei Unterschiede: a) dass der Druck hier weit früher als bei den gewöhnlichen Suspensionen nach Durchschneidung der Vagi wieder ins Sinken kam (eben schon $\frac{5}{4}$ Minuten nach Beginn der Suspension), b) dass die grossen wellenförmigen Schwankungen der Druckcurve, welche sonst nur dann schon im Beginn der Suspension zum Vorschein kommen, wenn die künstliche Respiration bereits öfters auf längere Zeit suspendirt worden war, in diesem Falle sofort nach dem Beginn der Suspension beobachtet wurden, obgleich keine andere Suspension vorhergegangen war.**)

Die folgende Tabelle giebt eine Uebersicht der erhaltenen Zahlen.

---

*) Der Pulsus bigeminus, der bis zum Ende der CO-Einblasungen und noch etwas länger als diese fortbestanden hatte, ist jetzt gänzlich verschwunden.

**) Diese Thatsache steht in Uebereinstimmung mit einer anderen von mir beobachteten, dass jene grossen wellenförmigen Schwankungen früher im Verlaufe einer Suspension auftreten, wenn die künstliche Respiration mit Wasserstoff (statt mit atmosphärischer Luft) unterhalten wird.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
11 U. 3½ M.	—	—	0,2 Gran Morph. eingespritzt.
11 - 34 -	—	—	6 Milligr. Worara eingespritzt.
— -	128,5	139	
11 - 54⅞ -	—	—	Beginn der CO-Einblasungen (0,7%).
11 - 55 -	126,0	149	
11 - 55½ -	125,0	166	
11 - 55¾ -	121,0	171	
11 - 56 -	119,5	180	
11 - 56¼ -	117,5	184	
11 - 56½ -	113,0	184	
11 - 56¾ -	103,0	195	
11 - 57 -	103,0	200	
11 - 57¼ -	97,0	204	
11 - 57½ -	99,0	208	
11 - 57¾ -	97,5	204	
11 - 58 -	102,0	200	
11 - 59 -	116,0	165	
11 - 59¼ -	118,0	156	
11 - 59½ -	118,0	153	
11 - 59¾ -	115,0	145	
12 - 0 -	116,0	130	
12 - ¼ -	114,0	110	
12 - ½ -	108,0	97	
12 - ¾ -	103,0	86	
12 - 1 -	88,5	73	
	—	—	Durchschneidung beider Vagi.
12 - 1⅛ -	178	235	
12 - 1¼ -	131	252	
12 - 1½ -	122,5	239	
12 - 2 -	86,0	217	
12 - 2½ -	80,5	208	
12 - 3 -	76,0	195	
12 - 3½ -	74,0	200	
12 - 4 -	63,0	195	
12 - 4½ -	62,0	156	
12 - 4⅝ -	—	—	Die CO-Einblas. werden ausgesetzt.
12 - 6¼ -	140,0	188	
12 - 6¾ -	103,5	188	
12 - 7¼ -	88	193	
12 - 7¾ -	85	200	
12 - 8¼ -	90	206	
12 - 8¾ -	97,5	202	
12 - 9¼ -	104,0	208	
12 - 11½ -	1220	213	

VIII. Versuch (21. Juli 1865).

Kräftiger, mittelgrosser Hund.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
11 U. 6½ M.	—	—	Morph. acet. 0,2 Gran.
11 - 12 -	—	—	Durchschneidung des rechten Vagus.
11 - 29 -	—	—	7 Milligr. Worara.
11 - 30 -	—	—	Durchschneidung des linken Vagus.
11 - 51⅜ -	—	—	Beginn der kymographischen Aufzeichnungen.
11 - 54⅞ -	145,5	149	Gleich darauf Einblas. von CO (1⅓%).
11 - 55½ -	140,5	156	
11 - 56 -	131,5	147	
11 - 56½ -	117,0	153	
11 - 57 -	95,0	162	
11 - 57½ -	100,5	171	
11 - 58 -	102,5	191	
11 - 58¼ -	102,5	217	
11 - 58½ -	122,5	230	
11 - 59 -	123,0	195	
11 - 59¼ -	117,5	195	
11 - 59½ -	104,5	200	
11 - 59¾ -	103,0	225	
11 - 59⅞ -	—	—	Die Einblasungen von CO-Gas werden ausgesetzt und statt derselben Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.
12 U. 13¼ M.	140	173	Vorher Reinigung des Instruments.
12 - 13⅜ -	—	—	Von Neuem CO-Einblasungen.
12 - 13½ -	140	173	
12 - 13⅞ -	132	173	
12 - 14¼ -	120,5	180	
12 - 14½ -	117,0	197	
12 - 14⅞ -	113,0	206	
12 - 15¼ -	106,0	226	
12 - 15½ -	107,5	230	
12 - 15⅞ -	95,0	234	
12 - 16¼ -	102,0	249	Die respir. Elevationen sind um die Hälfte niedriger geworden.
12 - 16½ -	90,0	226	
12 - 16⅞ -	88,0	230	
12 - 17¼ -	87,0	206	Die respiratorischen Elevationen sind verschwunden.
12 - 17½ -	85,5	204	
12 - 17⅞ -	84,0	208	

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
12 U. 18¼ M.	83,0	191	
12 - 18½ -	81,0	191	
12 - 18⅞ -	73,0	195	
12 - 19¼ -	61,0	152	Gleich darauf Ende der CO-Einblasungen; statt derselben Einblasungen von atmosph. Luft.
12 - 19⅞ -	49,0	147	
12 - 20¼ -	36,0	134	
12 - 20¾ -	—	—	Puls verschwunden.

IX. Versuch (26. Juli 1865).

Einem Hunde von mittlerer Grösse wurden um

11 U. 52¼ Min. 0,2 Gran *Morph. acet.* eingespritzt, um

11 U. 55½ Min. der rechte Vagus durchschnitten, dann die Vorbereitungen zur künstlichen Respiration und zur Messung des Blutdruckes gemacht; um

12 U. 13 Min. 7 Milligr. Worara eingespritzt und endlich um

12 U. 29 Min. auch der linke Vagus durchschnitten.

Der mittlere Druck = 125 Mm., die Pulsfrequenz = 184.

Ein Paar Secunden nach 12 U. 37 Min. beginnen die Einblasungen von CO-Gas (c. 1⅓%).

Kaum 10 Secunden nach Beginn der Einblasungen beobachtet man ein entschiedenes rasches Sinken des Druckes, kurz darauf auch eine Zunahme der Pulsfrequenz.

2¾ Secunden nach

12 U. 37½ Min. hat der Druck sein Minimum von 81 Mm. erreicht; die Pulsfrequenz ist auf 210 gestiegen.

Von da ab bis 12 U. 38 Min. steigt der Druck wieder unter weiterer Zunahme der Pulsfrequenz.

12 U. 37¾ Min ist der Druck = 135 Mm., die Pulsfrequenz = 275.

12 U. 38 Min. Druck = 150 Mm., Pulsfrequenz = 273.

Von da ab beginnt der Druck von Neuem aber langsamer zu sinken; die Pulsfrequenz, die schon vorher im Abnehmen war, sinkt mit dem Druck.

12 U. 38¼ Min. Druck = 137 Mm., Pulsfrequenz = 262.

12 U. 38½ Min. Druck = 122 Mm., Pulsfrequenz = 256.

12 U. 38¾ Min. Druck = 113 Mm., Pulsfrequenz = 247.

12 U. 39¼ Min. Druck = 102 Mm., Pulsfrequenz = 247. Um

12 U. 39½ Min. hat der Druck abermals ein Minimum erreicht, er beträgt jetzt 97 Mm., zur selben Zeit ist die Pulsfrequenz immer noch 247.

12 U. 39¾ Min. Druck = 105,5 Mm., Pulsfrequenz = 258.

12 U. 40¾ Min. Druck = 105 Mm., Pulsfrequenz = 252.

12 U. 41 Min. Druck = 85 Mm., Pulsfrequenz = 247.

12 U. 41¼ Min. Druck = 82,5 Mm., Pulsfrequenz = 247.

12 U. 41½ Min. Druck = 83 Mm., Pulsfrequez = 246.

12 U. 41¾ Min. Druck = 80 Mm., Pulsfrequenz = 246. Gleich hinterher werden die CO-Einblasungen ausgesetzt und statt derselben wieder Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht.

Danach fährt der Druck noch eine kurze Zeit zu sinken fort; auch zeigen sich während dieses Sinkens immer noch die Schwankungen, welche gegen das Ende der CO-Einblasungen zum Vorschein gekommen waren.*)

12 U. 42½ Min. Druck = 74,0 Mm., Pulsfrequenz = 239.

12 U. 43¼ Min. Druck = 78,5 Mm., Pulsfrequenz = 239.

Später steigt der Druck bis auf die Höhe, welche er zur Zeit des Beginns der CO-Einblasungen eingenommen hatte.

12 U. 46½ Min. Druck = 123 Mm., Pulsfrequenz = 240.

Hierauf Reinigung der Röhrenleitung, welche das Lumen der Arterie mit dem Manometer des Kymographion verbindet und frische Füllung derselben.

Um

12 U. 54 Min. beginnen die kymographischen Aufzeichnungen von Neuem. Um

12 U. 58½ Min. ist der mittlere Druck = 147 Mm., die Pulsfrequenz = 208.

Gleich darauf abermals CO-Einblasungen (das Gasgemenge ist dasselbe geblieben).

12 U. 58¾ Min. Druck = 149 Mm., Pulsfrequenz = 214.

---

*) Es sind das offenbar dieselben Schwankungen, welche ich Central-Zeitung 1862 vom 19. November in § 46 beschrieben habe als eine Erscheinung, die nach wiederholten langen Suspensionen der künstlichen Respiration bei durchschnittenen Vagis beobachtet wird und die offenbar bedingt ist durch die Ermüdung des Herzmuskels in Folge der öfters unterbrochenen Sauerstoffzufuhr.

12 U. 59 Min. Druck = 131 Mm., Pulsfrequenz = 214.
12 U. 59½ Min. Druck = 127,5 Mm., Pulsfrequenz = 217.
1 U. 0 Min. Druck = 129 Mm., Pulsfrequenz = 217.
1 U. ½ Min. Druck = 121 Mm., Pulsfrequenz = 221.
1 U. 1 Min. Druck = 103 Mm., Pulsfrequenz = 221.
1 U. 1½ Min. Druck = 97 Mm., Pulsfrequenz = 226.

Das Uebrige lehrt die angehängte Tabelle.

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
11U. 52¼M.	—	—	0,2 Gran Morph. acet.
11 - 55½ -	—	—	Durchschneid. des rechten Vagus.
12 - 13 -	—	—	7 Milligr. Worara.
12 - 29 -	—	—	Durchschneid. des linken Vagus.
—	124	184	
12 - 37 -	—	—	Beginn der CO-Einblas. (c. 1⅓%).
12 - 37½ -	81	210	
12 - 37¾ -	135	275	
12 - 38 -	150	273	
12 - 38¼ -	137	262	
12 - 38½ -	122	256	
12 - 38¾ -	113	247	
12 - 39¼ -	102	247	
12 - 39½ -	97	247	
12 - 39¾ -	105,5	258	
12 - 40¾ -	105,0	252	
12 - 41 -	85	247	
12 - 41¼ -	82,5	247	
12 - 41½ -	83,0	246	
12 - 41¾ -	80,0	246	Gleich hinterher wieder Einblasungen von atmosph. Luft.
12 - 42½ -	74,0	239	
12 - 43¼ -	78,5	239	
12 - 46½ -	123,0	240	Hierauf Reinigung d. Instruments.
12U. 58½M.	147,0	208	Gleich darauf abermals CO-Einblasungen.
12 - 58¾ -	149,0	214	
12 - 59 -	131,0	214	
12 - 59½ -	127,5	217	
1 - 0 -	129,0	217	
1 - ½ -	121,0	221	
1 - 1 -	103,0	221	
1 - 1½ -	97,0	226	
1 - 2½ -	89,0	217	
1 - 3½ -	80	217	

Zeit.	Mittlerer Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
1U. 5 M.	85	220	
1 - 5¼ -	87	221	
1 - 5½ -	87	222	
1 - 5¾ -	90	226	Gleich darauf wieder Einblasungen von atmosph. Luft.
1 - 6¾ -	89	227	
1 - 7¾ -	94	221	
1 - 9¼ -	108	227	
1 - 10¼ -	111,5	227	

X. Versuch (19. Mai 1865).

Einem mittelgrossen Hunde werden um

10 U. 50 Min. 0,2 Gran *Morph.* eingespritzt; gleich darauf Vorbereitungen zur künstlichen Respiration und Durchschneidung des rechten Vagus. Dann Blosslegung der *Art. crural.*, Füllung der Röhrenleitung des Kymographion etc. — Um

11 U. 47 Min. Durchschneidung des linken Vagus.

11 U. 50 Min. Einspritzung von 7 Milligr. Worara.

12 U. 2⅝ Min. Beginn der kymographischen Aufzeichnungen.

12 U. 5¼ Min. Mittlerer Druck = 144 Mm., Pulsfrequenz = 169. Ein Paar Secunden vor

12 U. 5½ Min. beginnen die Einblasungen von CO-Gas (2,1%).

Bald darauf sinkt der Druck, während die Pulsfrequenz unverändert bleibt. — Ein Paar Secunden nach

12 U. 5¾ Min. hat der Druck sein Minimum von 111,5 Mm. erreicht; die Pulsfrequenz beträgt um diese Zeit 175.

Von da ab bis 12 U. 6$\frac{1}{12}$ Min. steigt der Druck sehr schnell und ebenso die Pulsfrequenz.

12 U. 6$\frac{1}{12}$ Min. Druck = 176 Mm., Pulsfrequenz = 282.

Dann sinkt der Druck wieder, aber langsamer als er gestiegen war, gleichzeitig nimmt auch die Pulsfrequenz etwas ab.

12 U. 6¼ Min. Druck = 151,5 Mm., Pulsfrequenz = 265.

12 U. 6¾ Min. Druck = 122 Mm., Pulsfrequenz = 260.*)

12 U. 7 Min. Druck = 114 Mm., Pulsfrequenz = 256.

Das Uebrige lehrt die angefügte Tabelle.

*) Von 12 U. 6½ Min. erscheinen zweispitzige Wellen (*Pulsus bigeminus*) als Zeichen der beginnenden Erregung des cardialen Theiles des Hemmungs-

Zeit.	Druck in Mm.	Pulsfrequenz in der Minute.	Bemerkungen.
10U.50 M.	—	—	0,2 Gran *Morph. acet.* Gleich darauf Durchschneidung des rechten Vagus.
11 - 47 -	—	—	Durchschneidung d. linken Vagus.
11 - 50 -	—	—	7 Milligr. Worara.
12 - 5¼ -	144	169	
12 - 5½ -	—	—	Beginn der CO-Einblasungen (2,1%).
12 - 5¾ -	111	175	
12 - 6 1/12 -	176	282	
12 - 6¼ -	151	265	
12 - 6¾ -	122	260	
12 - 7 -	114	256	
12 - 7½ -	111	245	
12 - 7¾ -	109,5	243	
12 - 8 -	108,0	234	
12 - 8¼ -	103,0	226	
12 - 8½ -	94,5	221	
12 - 8 11/12 -	81	213	Gleich hinterher werden die CO-Einblasungen ausgesetzt und dafür Einblasungen von atmosphärischer Luft gemacht. Der Druck aber fährt fort zu sinken und bald wird das Thier ganz pulslos.

XI. Versuch (7. August 1865).

Einem kräftigen Hunde (unter Mittelgrösse) werden um

11 U. 36½ Min. 0,2 Gran *Morph. acet.* eingespritzt; gleich darauf Vorbereitungen zur künstlichen Respiration und (wahrscheinlich unvollständige!) Zerquetschung des Rückenmarks zwischen 1. und 2. Halswirbel.

---

nervensystems. — Der Umstand, dass sie erst dann zum Vorschein kamen, als der Druck zu sinken begann, erklärt sich leicht, wenn das Absinken des Druckes als ein Zeichen beginnender Herzschwäche angesehen werden kann. Denn dann summiren sich die Widerstände, die der ermüdende Herzmuskel den Impulsen des musculo-motorischen Nervensystems entgegensetzt, zu den Wirkungen des Hemmungsnervensystems, so dass diese dann erst gross genug werden, um sich äussern zu können. Dass das Absinken des Druckes aber in diesem Falle in der That ein Zeichen beginnender Herzschwäche ist, werde ich weiter unten beweisen.

12 U. $7\frac{1}{6}$ Min. beginnen die kymographischen Aufzeichnungen, und um

12 U. $8\frac{7}{16}$ Min. werden beide Nervi vagi durchschnitten.

Mittlerer Druck = 97 Mm., Pulsfrequenz = 178. Kurz vor

12 U. 13 Min. beginnen die CO-Einblasungen (fast 1%).

Eilf Secunden später fängt der Druck entschieden zu sinken an, und bald darauf beginnt die Pulsfrequenz zuzunehmen.

12 U. $13\frac{5}{8}$ Min. erreicht er sein Minimum von 69 Mm., Pulsfrequenz = 195.

Von da ab bis 12 U. $14\frac{7}{8}$ Min. steigt der Druck unter weiterer Zunahme der Pulsfrequenz.

12 U. $13\frac{3}{4}$ Min. Druck = 75 Mm., Pulsfrequenz = 195.

Das Uebrige ergiebt sich ohne Weiteres aus der nachfolgenden Tabelle.

Zeit.	Druck in Mm.	Pulsfrequenz in der Minute.	Bemerkungen.
11U.$36\frac{1}{2}$ M.	—	—	0,2 Gran *Morph. acet.*, darauf Zerquetschung des Rückenmarks und künstliche Respiration.
12 - $8\frac{7}{16}$ -	—	—	Durchschneidung beider Vagi.
	97	178	
12 - 13 -	—	—	Beginn der CO-Einblasungen (1%).
12 - $13\frac{5}{8}$ -	69	195	
12 - $13\frac{3}{4}$ -	75	195	
12 - 14 -	84	189	
12 - $14\frac{1}{4}$ -	103	213	
12 - $14\frac{1}{2}$ -	121	—	
12 - $14\frac{3}{4}$ -	132	221	
12 - $14\frac{7}{8}$ -	133,5	221	
12 - 15 -	132,0	217	
12 - $15\frac{1}{4}$ -	130,0	217	
12 - $15\frac{3}{4}$ -	119,5	217	
12 - 16 -	115,5	217	
12 - $16\frac{1}{2}$ -	105,0	208	
12 - $16\frac{3}{4}$ -	98,0	204	
12 - 17 -	91,0	197	
12 - $17\frac{1}{4}$ -	85,5	195	
12 - $17\frac{1}{2}$ -	81,0	191	
12 - $17\frac{3}{4}$ -	75,5	186	
12 - $18\frac{1}{4}$ -	65,5	166	
12 - $18\frac{3}{4}$ -	59,5	156	
12 - 19 -	55,0	147	

Zeit.	Druck in Mm.	Pulsfrequenz in der Minute.	Bemerkungen.
12U. 19½M.	47,5	138	
12 - 20 -	39,0	138	
12 - 20½ -	31,5	130	
12 - 21 -	11,0	—	Kurz vorher hat der linke Ventrikel zu schlagen aufgehört.*)

XII. Versuch (10. August 1865).

Uebermittelgrosses kräftiges Thier. — Die Zerquetschung des Rückenmarks (zwischen dem 1. und 2. Halswirbel) geht ohne nennenswerthe Blutung vor sich. — Dass sie vollständig gelungen war, ergab der Umstand, dass Suspensionen der künstlichen Respiration (welche man vor der Worara-Einspritzung eintreten liess) nur Kopf-Dyspnoë zur Folge hatten.

Zeit.	Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
10U. 27½M.	—	—	Einspritzung von 0,3 Gran *Morph. acet.*
10 - 51¾ -	—	—	6 Milligr. Worara.
11 - 5⅜ -	57	160	Gleich darauf Co-Einblasungen (c. 1%).
11 - 5½ -	55	160	
11 - 5⅝ -	52	152	
11 - 5¾ -	41	149	
11 - 5⅞ -	33,5	110	
11 - 6 -	35	85	
11 - 6⅛ -	35	60	
11 - 6⅜ -	35	43	

*) Die Einblasungen von CO-Gas werden bis 12 U. 21¼ Min. im Ganzen also 8,25 fortgesetzt. Bemerkenswerth ist, dass von 12 U. 14½ Min. ab zeitweise Inspirationen am Kopfe erscheinen; die letzte wurde um 12 U. 19⅜ Min. beobachtet. Auf den ersten Blick scheint diese Thatsache in Widerspruch zu stehen mit dem Ergebniss des ersten Versuches des ersten Theiles dieser Abhandlung, wo selbst bei 2% CO-Gas keine spontanen Athemzüge auftraten; aber hier waren dem Thiere 0,5 Gran *Morph. acetic.* eingespritzt worden, während obigen Versuche nur 0,2 Gran zur Anwendung kamen. Ausserdem ist auch noch Gewicht zu legen auf das Volumen der Einblasungen. In dem vorliegenden Versuche wurden kleinere Volumina des Gasgemenges eingeblasen als in jenem Versuche.

Zeit.	Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
11U. 6½ M.	37	53	
11 - 6⅝ -	32,5	37	
11 - 6¾ -	33,5	40	
11 - 7 -	39,0	49	
11 - 7⅛ -	42,0	52	
11 - 7⅜ -	48,0	59	
11 - 7½ -	48,0	67	
11 - 7⅝ -	46,0	58	
11 - 7¾ -	45,0	59	
11 - 7⅞ -	44,5	55	
11 - 9⅝ -	37,5	53	
11 - 9¾ -	38,5	52	
11 - 9⅞ -	38,5	54	
11 - 10 -	40,0	58	
11 - 10⅛ -	39,0	56	
11 - 10$\frac{5}{16}$ -	40,0	54	Gleich darauf werden die CO-Einblasungen ausgesetzt und statt derselben Einblas. von atmosph. Luft gemacht.
11 - 10½ -	37	56	Einblasungen von atmosph. Luft.
11 - 10⅝ -	37,5	56	
11 - 10⅞ -	34,5	54	
11 - 11⅛ -	34,5	54	
11 - 11⅝ -	34,0	52	
11 - 11⅞ -	36,0	60	
11 - 12⅝ -	44,0	106	
11 - 12⅞ -	45,0	143	
11 - 13⅛ -	43,0	139	
11 - 13⅝ -	41,5	132	
11 - 13⅞ -	42,0	139	
11 - 14⅛ -	42,5	140	
11 - 15 -	42,0	140	
11 - 15$\frac{1}{16}$ -	—	—	Wieder Einblasungen von CO-Gas.
11 - 15¼ -	42,0	147	
11 - 15½ -	42,0	147	
11 - 16 -	39,0	130	
11 - 16¼ -	37,0	110	
11 - 16½ -	34,0	65	
11 - 17 -	28,0	34*)	

*) Der Versuch konnte nicht beendigt werden, weil durch Faserstoffgerinnung eine Verstopfung eintrat. Nur noch so viel liess sich beobachten, dass die Pulsfrequenz wieder zuzunehmen begann. Sie war um 1 Uhr 19 Min. auf 65 in der Minute gestiegen, was also ganz in Uebereinstimmung steht mit dem, was in dem ersten Theile des Versuchs beobachtet wurde.

XIII. Versuch (27. Juli 1865).

Mittelgrosser kräftiger Hund. Wie in den vorigen beiden Versuchen, wurde auch in diesem gleich nach dem Eintritt der Morphium-Narcose Alles zur künstlichen Respiration vorbereitet und gleich nach Beendigung dieser Vorbereitungen das Rückenmark zwischen 1. und 2. Halswirbel zerquetscht. Auch hier war bei der letzteren Operation die Blutung eine sehr geringe.

Zeit.	Druck in Mm.	Puls-Frequenz.	Bemerkungen.
11 U. 1 M.	—	—	0,3 *Morph. acet.* Gleich nachher Durchschneidung des linken Vagus.
11 - 42½ -	—	—	Durchschneidung des rechten Vagus.
11 - 46⅜ -	35,5	119	Sehr niedrige respiratorische Elevationen. Drei Secunden später beginnen die Einblasungen von CO (1,4%).
11 - 47 -	31,5	121	
11 - 47¼ -	29,0	119	
11 - 47½ -	26,5	117	
11 - 47¾ -	25,5	119	
11 - 48 -	25,0	119	Es beginnen die Erscheinungen der Kopf-Dyspnoë einzutreten.
11 - 48⅜ -	24,0	123	
11 - 48½ -	24,0	123	Starke Kopf-Dyspnoë.
11 - 48¾ -	24,0	123	
11 - 49⅞ -	22,0	107	Noch immer zeitweise Kopf-Dyspnoë.
11 - 50 -	20,5	101	
11 - 50⅛ -	20,0	102	
11 - 50¼ -	19,5	98	
11 - 50⅜ -	18,0	97	
11 - 50½ -	17,5	93	
11 - 50⅝ -	16,0	91	
11 - 50⅞ -	15,5	84	Die Dyspnoë ist verschwunden.
11 - 51 -	15,0	80	
11 - 51⅛ -	15,0	78	Gleich hinterher werden die CO-Einblasungen ausgesetzt. Aber trotz der Wiedereinblasung von reiner atmosphär. Luft wird das Thier unter weiterer Erniedrigung des Druckes und der Pulsfrequenz innerhalb der nächsten Minute pulslos.

B. Die Ergebnisse aus den 13 Versuchen.

Den vorstehenden Versuchen zu Folge erleiden Pulsfrequenz und Spannung des Aortensystems unter der Einwirkung kleiner Mengen des CO-Gases eine Reihe von Veränderungen, welche ich folgendermaassen characterisiren würde.

Bei unversehrten Vagus-Nerven und unversehrtem Rückenmark beobachtet man schon wenige Secunden nach Beginn der CO-Einblasungen eine rasche Zunahme der Pulsfrequenz; diese kann bereits nach einer halben Minute doppelt so hoch sein als beim Beginn der Einblasungen. Dann kommt ein Zeitraum, in welchem die Pulsfrequenz wieder abnimmt, bis sie schliesslich fast nur noch die Hälfte der ursprünglichen (d. h. der zur Zeit des Beginns der Einblasungen beobachteten) Zahl beträgt. Hierauf steigt sie von Neuem, so dass sie abermals über die ursprüngliche Zahl hinausgeht, aber nicht mehr so weit als bei der ersten Steigerung. Gegen den Zeitpunkt des Herztodes hin kommt es noch einmal zu einer starken Verminderung.

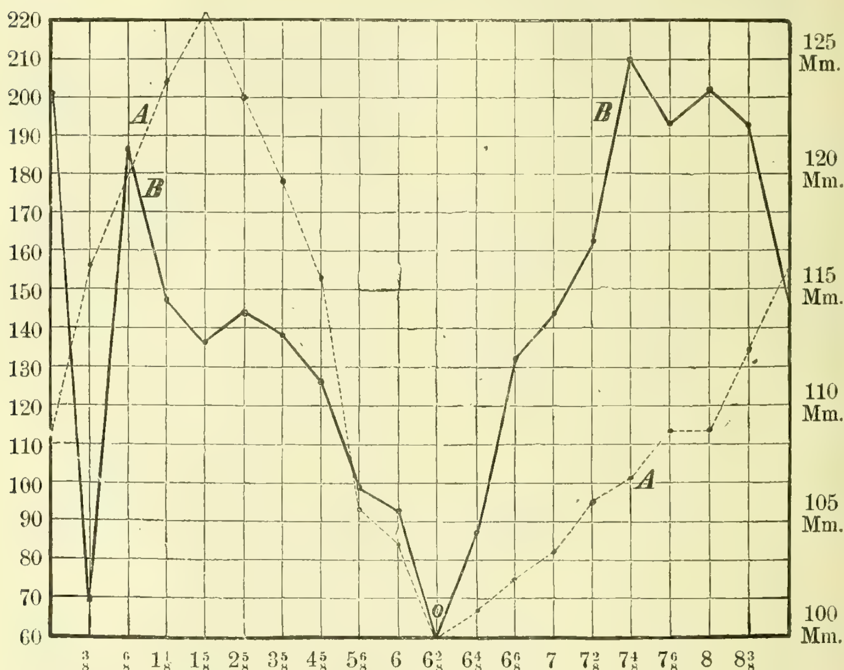
Man kann danach in Bezug auf die Pulsfrequenz vier Stadien unterscheiden: ein erstes und drittes, in welchem sie steigt, ein zweites und viertes, in welchem sie sinkt.

Die Veränderungen des Druckes gehen denen der Pulsfrequenz nicht parallel und verlaufen gewöhnlich in fünf Stadien.

Zuerst beobachtet man ein schnelles und starkes Sinken des Druckes. Aber bald steigt er wieder, und fast ebenso schnell, bis in die Gegend seines ursprünglichen Niveaus. Auf diese Steigerung folgt ein zweiter Abfall, der so gross und noch grösser sein kann als der erste, jedoch weit langsamer vor sich geht als dieser. Hierauf abermalige Erhebung bis über das ursprüngliche Niveau, und dann dritter Abfall, der zum Tode führt. Von diesen fünf Stadien können die beiden ersten fehlen, unter welchen Bedingungen? — habe ich nicht zu entscheiden vermocht.

Die folgenden beiden Curven, welche nach den mitgetheilten Zahlen des ersten Versuches entworfen sind, lassen das Gesagte mit einem Blick übersehen. Die Curve A. versinnlicht den Gang der Pulsfrequenz, die Curve B. die gleichzeitigen Abwandelungen des Druckes. Die unterhalb der Abscissenachse befindlichen Zahlen ($\frac{3}{8}$ bis $8\frac{3}{8}$) geben die Zeitpunkte in Minuten und Bruchtheilen von Minuten an, in welchen die darüber stehenden Drücke und Pulsfrequenzen beobachtet wurden. Sie bedeutet z. B. die erste Zahl $\frac{3}{8}$, dass $\frac{3}{8}$ Minuten seit Beginn der CO-Einblasungen verflossen

waren, als der Druck auf 101,5 Mm. gesunken und die Pulsfrequenz auf 156 gestiegen war; und die letzte Zahl $8\frac{3}{8}$, dass $8\frac{3}{8}$ Minuten seit dem Beginn der CO-Einblasungen verflossen waren, als der Druck 122 Mm. und die Pulsfrequenz 134 betrug.



Das Zusammentreffen der beiden Minima bei O. ist nur ein zufälliges. Wenn auch in dieser Beziehung die Ergebnisse des 2., 5., 6. und 7. Versuches mit denen des ersten übereinzustimmen scheinen, so lehrt doch der dritte mit Entschiedenheit, dass das Minimum der Pulsfrequenz weit später eintreten kann als das des Druckes.

Ersetzt man die CO-Einblasungen durch Einblasungen von atmosphärischer Luft, so beobachtet man Verschiedenes, je nach dem Stadium, in welchem man die CO-Einblasungen unterbricht.

Geschieht die Unterbrechung in dem Zeitraum, in welchem die Pulsfrequenz zum ersten Male in die Höhe geht, dann stellt sich sehr bald nach dem Beginn der Einblasungen von atmosphärischer Luft eine Verminderung der Pulsfrequenz ein.*)

*) Diese Beobachtung habe ich bei jenen Versuchen, welche ich zur Entscheidung der Frage aufstellte, ob das CO Dyspnoë hervorrufe oder nicht,

Unterbricht man die CO-Einblasungen in dem Zeitraum, in welchem die Pulsfrequenz zum ersten Male und gemeinschsftlich mit dem Drucke sinkt, dann beginnen schon nach kurzer Zeit beide in die Höhe zu gehen. Die Pulsfrequenz steigt dabei bei Weitem rascher als der Druck. So sehen wir im 5. Versuch 2⅛ Minute nach dem Beginn der CO-Einblasungen die Pulsfrequenz auf 40, den Druck auf 35,5 Mm. erniedrigt; als dann nur reine atmosphärische Luft eingeblasen wurde, so stieg in 7¾ Minuten die Pulsfrequenz auf 134, der Druck auf 81,5 Mm.

Hat man endlich die CO-Einblasungen so lange fortgesetzt, bis die Pulsfrequenz zum zweiten Male in die Höhe gegangen und der Druck zum dritten Male im Sinken ist, dann haben die Einblasungen von atmosphärischer Luft eine weitere Zunahme der Pulsfrequenz zur Folge, die entweder alsbald stattfindet, wenn die Pulsfrequenz vorher noch im Steigen war, oder nach einer vorübergehenden Verlangsamung des Pulses eintritt, wenn vor dem Beginn der Einblasungen von atmosphärischer Luft die hochgestiegene Pulsfrequenz schon wieder im Sinken war. Während die Pulsfrequenz so unter der Zufuhr von reiner Luft steigt, kann der Druck ebenfalls steigen oder sinken. Den ersteren Fall sehen wir im 1., den zweiten im 5. Versuch. Von welchen Bedingungen diese Verschiedenheit abhängt, weiss ich nicht anzugeben.

Lässt man, nachdem eine Zeit lang nur Luft eingeblasen wurde, wieder CO-Gas (unter den früheren Bedingungen) in den Respirations-Apparat treten, so kann man die oben beschriebenen Erscheinungen in derselben Reihenfolge von Neuem hervorrufen.

Ich unterlasse es, diese Thatsache mit denen zu vergleichen, welche man am Krankenbette bei mit CO-Gas Vergifteten zu beobachten Gelegenheit hat, und gehe sofort zu der Frage nach ihrer Bedeutung über.

Das was ich bis jetzt erforscht zu haben glaube, lässt sich in folgende Sätze zusammenfassen:

1. Das CO-Gas wirkt erregend auf das Hemmungsnervensystem des Herzens und die Verminderung der Pulsfrequenz, welche in der ersten Zeit der CO-Intoxication erscheint, ist ein Product dieser Wirkung.

Als Belege für diesen Satz betrachte ich:

öfters zu machen Gelegenheit gehabt. Leider habe ich keine Erfahrung beizubringen, welche über das gleichzeitige Verhalten des Druckes Aufschluss zu geben vermöchte.

a) das Verschwinden der primären Pulsverlangsamung (so mag diese zum Unterschied von der dem Tode vorhergehenden Verlangsamung heissen, welche ich als secundäre bezeichnen will) in Folge der Vagi-Durchschneidung. In Folge dieser Operation sehen wir im 6. Versuch die Pulsfrequenz von 65 auf 260, im 7. Versuch von 93 auf 235 steigen. In beiden Fällen trat diese Zunahme plötzlich nach der Durchschneidung des zweiten Vagus ein.

b) Das Verhalten der Pulscurve, wenn die CO-Einblasungen bei durchschnittenen Vagis gemacht werden.

Zwar nimmt auch bei durchschnittenen Vagis schon sehr bald nach dem Beginn der CO-Einblasungen die Pulsfrequenz wieder ab, aber die Abnahme ist eine sehr allmählige und niemals sinkt dabei die Pulszahl soweit unter das ursprüngliche Niveau wie bei Integrität der Vagi.

c) Das regelmässige Erscheinen des *Pulsus bigeminus*, wenn die Durchschneidung der Vagi zu der Zeit unternommen wurde, wo die primäre Pulsverlangsamung eine sehr beträchtliche war. In einer Anmerkung habe ich darauf hingewiesen, dass diese Pulsart auf eine gesteigerte Erregung des cardialen Theils des Hemmungsnervensystems hinweist. Später gedenke ich auf diesen Punkt ausführlicher zurückzukommen. Hier möge nur die Bemerkung Platz finden, dass wir durch alle Agentien, welche nachweislich erregend auf das Hemmungsnervensystem wirken, als da sind die Digitalis, das Nicotin, das Cyankalium, die Kohlensäure, das kohlensaure Natron, den *Pulsus bigeminus* zu erzeugen vermögen, wenn wir zur Zeit der stärksten Pulsverlangsamung, welche die genannten Stoffe produciren, beide Vagi durchschneiden, wogegen das Phänomen ausbleibt, wenn diese Mittel erst längere Zeit nach der Vagi-Durchschneidung zur Anwendung kommen.

2. Das CO-Gas wirkt erregend auf das Centrum des vasomotorischen Nervensystems und die Vermehrung der Pulsfrequenz, welche der primären Pulsverlangsamung vorhergeht, ist ein Produkt dieser Wirkung.

Als Belege für diesen Satz betrachte ich:

a) Die Thatsache, dass die in Rede stehende Vermehrung der Pulsfrequenz auch dann eintritt, wenn die CO-Einblasungen bei durchschnittenen Vagis gemacht werden. Hieraus folgt, dass diese Vermehrung der Pulsfrequenz nicht durch eine Lähmung des Hemmungsnervensystems bedingt sein kann.

b) Das Ergebniss der beiden letzten Versuche (12. und 13.). Der erste dieser Versuche zeigt, dass bei intacten Vagis und zer-

quetschtem Rückenmark die fragliche Vermehrung der Pulsfrequenz ausbleibt; der zweite, dass sie auch bei durchschnittenen Vagis und zerquetschtem Rückenmark nicht mehr zum Vorschein kommt. Wäre sie durch eine abnorme Erregung des musculo-motorischen (oder gangliösen) Herznervensystems bedingt, so müsste sie offenbar auch unter diesen Umständen auftreten. Denn selbst das ausgeschnittene Herz antwortet ja auf erregende Einflüsse (wie z. B. den der Wärme) mit vermehrter Pulsfrequenz.

Da es nun erfahrungsgemäss ausser diesen beiden nur noch eine Bedingung giebt, welche die Pulsfrequenz zu steigern vermag — die Erregung des vasomotorischen Nervencentrums —, so bleibt nichts übrig, als auf diese die in Rede stehende Erscheinung zurückzuführen.

Dieser Schluss gewinnt an Sicherheit, wenn wir erwägen, dass v. Bezold, Ludwig und Thiry die Existenz dieses Centrums in der Medulla oblongata nachgewiesen haben und dass nach den Untersuchungen v. Bezold's eine Durchschneidung des Halsmarks in der Gegend des Lig. occipito-atlanticum und weiter abwärts nicht blos eine beträchtliche Verminderung der Pulsfrequenz zur Folge hat, sondern auch den Eintritt einer Pulsbeschleunigung bei Erregung der Medulla oblongata verhindert.

Allerdings könnte man dieser Schlussfolgerung gegenüber sich auf den negativen Erfolg unseres 11. Versuches berufen wollen, in welchem, trotz der Zerquetschung des Rückenmarks, sich alle Erscheinungen wie nach einfacher Durchschneidung der Vagi, also ganz wie in den beiden vorhergehenden Versuchen, gestalteten. Danach würde also die Aufhebung der Continuität des Rückenmarks mindestens keinen constanten Einfluss auf die Erscheinungen der CO-Gasvergiftung haben!

Darauf aber antworte ich: Eine Operation wie diese kann leicht misslingen, um so mehr, wenn sie, wie in unserem Falle, zur Vermeidung profuser Blutung, in der Tiefe ohne Mithülfe des Gesichtes mit einem stumpfen Instrumente ausgeführt wird. Die nachfolgende Bewegungslosigkeit des Rumpfes und der Extremitäten ist offenbar kein vollgiltiger Beweis ihres Gelungenseins; diese Erscheinungen beweisen streng genommen nur, dass die Leitung zwischen Gehirn und willkürlichen Muskeln, nicht aber dass sie zwischen der Medulla oblongata und dem gesammten peripherischen Nervensystem aufgehoben ist. Gegenüber einem negativen Resultate unter solchen Bedingungen behalten Versuche mit positivem Erfolge ihre volle Berechtigung. Und darum halte ich auch das

Ergebniss des 12. und 13. Experimentes für unbestreitbar, um so mehr, als sie eine Uebereinstimmung der Folgen der Rückenmarkszerquetschung bei unversehrten und durchschnittenen Vagis darthun.

3. Das CO-Gas wirkt schwächend auf den Herzmuskel, und die Erniedrigung des Druckes, die wir im Beginn der CO-Intoxication beobachten, ist ein Produkt dieser Wirkung.

Diesen Satz halte ich für bewiesen durch das Zusammentreffen der vorher besprochenen primären Pulsbeschleunigung mit einer beträchtlichen Erniedrigung des Blutdruckes, welches, wie wir gesehen haben, die Regel beim Beginn der CO-Intoxication bildet. Auch die obige Figur stellt uns dieses Zusammentreffen dar. Wir sehen da die Curven der Pulsfrequenz und des Druckes von vornherein in entgegengesetzter Richtung verlaufen, die der Pulsfrequenz von der Abscissenachse sich entfernend steil emporsteigen, die des Druckes noch steiler gegen die Abscissenachse hin abfallen. Nach schlagender wo möglich sind die Fälle, in welchen, statt des flüchtigen initialen Stadiums, von vornherein ein langsameres und dabei continuirliches Fallen des Druckes beobachtet wird. So sehen wir z. B. im 7. Versuch während eines Zeitraums von $2\frac{3}{8}$ Minuten den Druck continuirlich von 128,5 Mm. bis auf 97 Mm. herabgehen, während die Pulsfrequenz in derselben Zeit von 139 auf 208 und ebenfalls continuirlich steigt.

Diese Thatsachen lassen sich nur unter der Annahme einer Schwächung des Herzmuskels verstehen, welche zur selben Zeit eintritt, wo die Erregung des vasomotorischen Herznervencentrums steigt. Denn bei Integrität des Herzmuskels und seiner Ernährungsbedingungen ist die Zunahme der Zahl seiner Contractionen, gleichgiltig auf welche Art sie bewirkt wird, stets von einer Erhöhung des Druckes im Aortensystem begleitet. Eine solche Erhöhung beobachten wir nach Durchschneidung der Vagi, nach Anwendung kleiner Dosen des Woraragiftes bei höheren Erregungsgraden des Hemmungsnervensystems, und wenn bei durchschnittenen Vagis die Erregung des vasomotorischen Nervencentrums gesteigert wird sei es durch den electrischen Strom oder durch die CO_2 oder durch das Digitalisgift. In allen diesen Fällen findet gleichzeitig Zunahme der Pulsfrequenz und des Druckes statt. Und auch a priori lässt sich, wie bekannt, erweisen, dass bei normalem Verhalten des Herzmuskels eine Zunahme der Zahl seiner Contractionen fürs Erste nur eine Steigerung, nie ein Sinken des Blutdruckes zur Folge haben kann.

Nach den Bedingungen der von uns supponirten Herzschwäche

brauchen wir nicht weit zu suchen. Durch die Verbindung des CO-Gases mit dem Haemoglobin wird zwar ein auf die Nervensubstanz erregend wirkender Stoff gebildet, gleichzeitig aber auch die Sauerstoffzufuhr zum Herzmuskel vermindert. Mit dieser Verminderung muss, wie die Muskelkraft überhaupt, so auch die Leistung des Herzmuskels abnehmen.

4. Die secundäre Pulsbeschleunigung, d. h. diejenige, welche der primären Pulsbeschleunigung folgt, beruht nicht auf einer Lähmung des Hemmungsnervensystems.

Als Beleg für diesen Satz dient das schon einmal hervorgehobene Verhalten der Pulsfrequenz und des Druckes im Verlaufe von Suspensionen der künstlichen Respiration, welche wir eintreten lassen, nachdem die secundäre Pulsbeschleunigung zu Stande gekommen ist. Ich verweise auf das am Ende des ersten Versuches Gesagte.*)

*) Der Druck dieses Aufsatzes war fast vollendet, als ich die Nachricht empfing, dass in nächster Zeit eine zweite Arbeit über denselben Gegenstand von Dr. Pokrowsky aus Petersburg zu erwarten sei. Um meine Prioritäts-Rechte zu wahren, ersuchte ich daher den Redacteur der Berliner klinischen Wochenschrift, die Schlussfolgerungen meiner Arbeit so bald als möglich in seine Zeitschrift aufzunehmen. Herr Sanitätsrath Dr. Posner hatte die grosse Güte, sich zu diesem Zweck mit dem Drucker meiner Arbeit persönlich in Verbindung zu setzen. Meine vorläufige Mittheilung erschien demnach in der Montags-Nummer (20. November dieses Jahres) der Berliner klinischen Wochenschrift und da die Montags-Nummern dieser Zeitschrift immer schon am Sonnabend vorher zur Austheilung gelangen, in Wirklichkeit am 18. November, also an demselben Tage, an welchem die vorläufige Mittheilung des Herrn Pokrowsky in dem Centralblatt der medicinischen Wissenschaften an die Oeffentlichkeit kam.

XXIII.

Ueber das Wesen und die Ursache der Erstickungs-Erscheinungen am Respirations-Apparate. †)

Durch unsere Athembewegungen nehmen wir fortdauernd Sauerstoff aus dem uns umgebenden Luftmeer auf, um dafür Kohlensäure an dasselbe abzugeben. Wird durch Krankheit oder durch irgend welche andere Ursache eine Hemmung dieses Gaswechsels herbeigeführt, so dass weniger Sauerstoff aufgenommen und weniger Kohlensäure abgegeben werden kann, so sieht man eine Reihe von Erscheinungen auftreten, welche den Namen der Erstickungs- oder dyspnoëtischen Erscheinungen erhalten haben.

Am vollständigsten sind dieselben in dem Bilde vertreten, das ein Mensch darbietet, dessen Luftwege plötzlich von tropfbarer Flüssigkeit überschwemmt werden, wie in der Krankheit, die unter dem Namen des acuten Lungenödems bekannt ist. Der Kranke, den Ausdruck höchster Angst im Gesicht, von Unruhe gepeinigt, am häufigsten in sitzender Stellung und dann die Arme gegen die Unterlage gestemmt, scheint seine gesammten Kräfte auf den Respirations-Act zu concentriren, nur zu leben um zu athmen. Die Zahl der Athemzüge ist vermehrt, häufig das Doppelte und Dreifache der normalen übersteigend. Während der Einathmung erweitern sich die Nasenflügel, steigt der Kehlkopf gegen das Brustbein herab, heben sich die Unterschlüsselbeingegenden und die Bauchdecken so stark, wie bei den stärksten körperlichen Anstrengungen. Man fühlt

---

†) Diese Arbeit wurde in Form einer Rede zur Feier des 73. Stiftungstages des medic.-chirurgischen Friedrich-Wilhelms-Institutes am 2. August 1867 vorgetragen und als selbständige Brochure (Berlin 1867 bei August Hirschwald) veröffentlicht.

die Contraction verschiedener Halsmuskeln, der Scaleni, der Sternocleidomastoïdei, der oberen Theile des Trapezius, und kann bei mageren Menschen sogar die Omohyïdei hervorspringen sehen. Auch die Ausathmung, die unter gewöhnlichen Bedingungen lediglich durch elastische Kräfte vollbracht wird, nimmt jetzt gleich der Einathmung musculöse Kräfte in Anspruch. Man fühlt, wie gegen das Ende derselben auch die Bauchmuskeln sich kräftig zusammenziehen. Wangen, Lippen, Hände und Füsse erscheinen bläulich gefärbt und kühl. Die Augen aus ihren Höhlen getrieben, glotzend, die Stirn mit Schweiss bedeckt, die Pulsadern zusammengezogen und über das natürliche Mass gespannt. Die Zahl der Pulse wie die der Athemzüge gesteigert. — Tritt der Tod durch Erstickung ein, so sieht man kurz vor demselben die Puls- und Athmungs-Frequenz wieder abnehmen. Die Einathmungen erfolgen, ohne etwas von ihrem gewaltsamen Character einzubüssen, in grossen und ungleichen Intervallen, gleichsam stossweise. Nicht selten öffnet der Kranke, bei jeder derselben gleichsam nach Luft schnappend, selbst die Mundhöhle. Das Bewusstsein ist in vielen Fällen glücklicherweise schon vorher geschwunden.

Welche Bedeutung haben diese Erscheinungen, insbesondere die am Athmungsapparat zu beobachtenden, und in welchem Zusammenhange stehen dieselben mit der Störung des Lungengaswechsels? — Sind sie Wirkungen des im Körper eingetretenen Sauerstoffmangels oder als Vergiftungserscheinungen zu betrachten, welche die im Blute sich anhäufende Kohlensäure hervorruft? — Diese Fragen interessiren nicht blos den Arzt, sondern auch den Physiologen, weil sie mit einer anderen sehr wichtigen Frage, mit der Frage nach den Ursachen der Athembewegungen überhaupt in innigem Zusammenhang stehen. Ihre Beantwortung soll den Gegenstand der folgenden Betrachtungen bilden.

Zum näheren Studium der Erstickungs-Erscheinungen, die am Athmungsapparat hervortreten, eignen sich am besten solche Thiere, bei welchen unter natürlichen Verhältnissen die Ausathmung wie beim Menschen ohne wesentliche Mithilfe von Muskelkräften vor sich geht und bei der inspiratorischen Erweiterung der Brusthöhle eine möglichst geringe Anzahl von Muskeln betheiligt ist. Das Kaninchen, welches diese Eigenschaften besitzt, hat obendrein die beiden Vorzüge, dass bei einigem Geschick sich die meisten seiner Athmungsmuskeln ohne erhebliche Blutung blosslegen lassen und dass durch den geringen Umfang des Untersuchungsobjects die Uebersicht selbst vieler gleichzeitig thätiger Muskeln erleichtert ist.

Die natürliche Athmungsweise dieser Thiere ist die Bauchathmung. Sind sie, wie es bei passender Befestigung gewöhnlich der Fall ist, ruhig, so beobachtet man keine Bewegung der Rippen, und ebensowenig eine Contraction der Hals- und Nackenmuskeln. Die einzig sichtbare Bewegung am Rumpfe ist die bei jeder Einathmung zunehmende Wölbung der Bauchdecken. Sie entsteht dadurch, dass das in Zusammenziehung gerathende Zwerchfell sich abflacht und die Unterleibseingeweide vor sich her treibt. Sauerstoff-Aufnahme und Kohlensäure-Abgabe werden hier offenbar durch die Thätigkeit nur eines Muskels vermittelt. Er vergrössert, indem er sich zusammenzieht, den Brustraum und damit den Binnenraum der Lungen auf Kosten der Bauchhöhle; lässt seine Contraction nach, so streben die gewölbten Bauchdecken, das ausgedehnte Lungengewebe und die comprimirten Darmgase, in Folge der ihnen innewohnenden Elasticität, ihre ursprünglichen Dimensionen wiederzugewinnen.

Alles das ändert sich, wenn wir den Gaswechsel dadurch beschränken, dass wir eine Lunge ausser Arbeit setzen. Die Lungen bilden zwei mit der Luftröhre zusammenhängende elastische Säcke, die, bei geschlossenem Brustkasten, über ihr natürliches Volum ausgedehnt sind und vermöge dieser Ausdehnung die ihnen angewiesenen luftdicht geschlossenen Behältnisse vollkommen ausfüllen. In diesem ausgedehnten Zustande werden sie durch den von der Luftröhre her auf ihrer inneren Fläche lastenden Atmosphärendruck erhalten. Verletzen wir einen Zwischenrippenraum und sorgen wir für das Zustandekommen einer bleibenden Oeffnung, durch welche die atmosphärische Luft freien Zutritt in den Brustraum hat, so kann die Lunge dieser Seite, weil nun ihre äussere und innere Fläche gleich belastet sind, ihrem Bestreben, auf das natürliche Volumen zurückzukommen, ungehindert Folge leisten. Sie entfernt sich von der Brustwand und verbleibt, nachdem sie sich allseitig und vollständig gegen ihre Wurzel hin zusammengezogen hat, ohne Bewegung und unfähig, an dem Gaswechsel einen erheblichen Antheil zu nehmen. Beobachten wir die Athembewegungen eines so vorgerichteten Thieres, so sehen wir die Zahl der Athemzüge vermehrt, das Zwerchfell sich stärker zusammenziehen, die reine Bauchathmung durch eine Rippen-Bauchathmung versetzt und überdies ein Paar der grossen Halsmuskeln, die Scaleni, in Thätigkeit. Doch sind, wie man bei näherer Betrachtung findet, nicht alle Rippen, sondern nur die der oberen Brusthälfte und auch von diesen nur die 2.—6. betheiligt. Indem diese Rippen sich nach aufwärts gegen den Hals hin bewegen, sieht man innerhalb ihres Bereiches den Brustkasten im Querdurchmesser

zunehmen und seine vordere Zuschärfung sich abrunden. Die Muskeln, die dabei als Motoren vorwiegend ins Spiel kommen, sind die Intercostales externi und Levatores costarum. Mit ihrer Hilfe werden die genannten Rippen auch nach beseitigtem Einfluss der Scaleni noch kräftig gehoben. Gleichzeitig mit ihnen contrahiren sich Hamberger's Intercartilaginei, die, unfähig selbst als Rippenheber zu wirken, nur den Fehler corrigiren helfen, der aus der Nachgiebigkeit der Zwischenrippenräume resultirt.

Noch grösser wird die Zahl der Athemzüge und die Anzahl der beim Athmen betheiligten Muskeln, wenn nach Eröffnung auch der anderen Brusthälfte, beide Lungen verhindert werden, den Bewegungen des Brustkastens zu folgen und der in ihnen vor sich gehende Gaswechsel auf ein Minimum herabsinkt. Wir sehen dann, mit Ausnahme der ersten, alle Rippen in Bewegung; am geringsten ist die der 7. und 8. Die 2.—6. bewegen sich aufwärts, die 9.—12. auf- und auswärts. Und dem entsprechend befinden sich alle Intercostales externi und Levatores in lebhafter Thätigkeit. Im Verein mit ihnen arbeiten, ausser dem Zwerchfell, den Scaleni und Intercartilaginei, die Serrati postici, die Sternohyo- und thyreoidei, die Cricothyreoidei, die Digastrici. Und während der Ausathmug contrahiren sich auch die Bauchmuskeln. Die Athmungsweise des Thieres zeigt jetzt eine schlagende Aehnlichkeit mit derjenigen, welche wir bei einem an höchster Athemnoth leidenden Menschen beobachten.

Eine andere Methode, dieselben Erscheinungen zu erzeugen, giebt uns die künstliehe Respiration an die Hand.

Bewirken wir mit Hilfe eines Blasebalges oder einer ähnlichen Vorrichtung, dass die Lungen abwechselnd aufgeblasen werden und sich wieder zusammenziehen können, so lässt sich ein Thier mit geöffnetem Brustkasten Stunden lang am Leben erhalten, und steigern wir den so künstlich eingeleiteten Gaswechsel bis zu einem gewissen Grade, so weichen die Athembewegungen, die das Thier dann noch macht, in keiner Beziehung von denen eines unverletzten Thieres ab. Seine Athemzüge sind ebenso häufig, ebenso flach, wie unter natürlichen Verhältnissen, seine Athmungsweise eine rein abdominale. Man sieht unter allen den blossgelegten Athmungsmuskeln nur das Zwerchfell sich zusammenziehen. — Durch eine Unterbrechung der Einblasungen sind wir ebenso im Stande, die verschiedensten Grade der Athemnoth hervorzurufen. Die Zahl der Athemzüge und die Anzahl der an den Athembewegungen sich betheiligenden Muskeln wächst mit der Dauer der Unterbrechung des künstlichen Gaswechsels.

Wir beobachten unter Zunahme der Respirations-Frequenz anfangs immer stärkere Contractionen des Zwerchfells, dann die Aufwärtsbewegung der oberen Rippen, dann die Auf- und Auswärtsbewegung der unteren Rippen und die Zusammenziehung der Scaleni, und nach Verlauf mehrerer Minuten ist alles in Thätigkeit, was dem Thiere an Respirationsmuskeln überhaupt zu Gebote steht. Durch Wiederaufnahme der Einblasungen lässt sich der erregte Sturm leicht wieder beschwichtigen. Jede Unterbrechung der künstlichen Respiration ruft ihn von Neuem hervor, und jedes Mal halten die in Thätigkeit gerathenden Muskeln dieselbe Reihenfolge ein.

Wir sehen aus Alledem, dass der Unterschied zwischen den Athembewegungen eines erstickenden und denen eines ruhig athmenden Thieres nur ein quantitativer, gradueller ist, dass also mit der Ursache der Erstickungs-Erscheinungen zugleich die Ursache der natürlichen Athembewegungen gefunden werden kann.

Allerdings wäre dem letzteren Schluss gegenüber noch ein Einwand möglich. Man könnte von einem mehr psychologischen Standpunkte aus die von uns geschilderten Vorgänge als einen Ausfluss des Willens betrachten wollen. Wie bei einem Kampfe aus anderem Beweggrunde den erregten Empfindungen entsprechende Anstrengungen gemacht werden, so setzt, könnte man meinen, auch das von der Erstickungsangst getriebene Thier allmählig alle seinem Willen unterworfenen Muskeln in Bewegung, und zu diesen gehören ja, wie die tägliche Erfahrung lehrt, auch die Athmungsmuskeln. Ein einfacher Versuch indess genügt, um eine solche Erklärung als völlig unhaltbar zu erweisen. Bei einiger Uebung gelingt es, nach Unterbindung der Carotiden und Abtragung des Schädeldaches, sehr leicht, die Hemisphären des grossen Gehirns sammt den Corpora striata und Thalami optici unter geringer Blutung aus der Schädelhöhle zu entfernen. Nach der Operation verfällt das Thier in einen dem tiefsten Schlafe ähnlichen Zustand. Es ist in eine willenlose, nur auf heftige äussere Reize vorübergehend reagirende Maschine verwandelt. Die einzigen Bewegungen, die es, sich selbst überlassen, zeigt, finden sich am Respirations- und Circulations-Apparat. Die Athemzüge insbesondere gehen mit derselben Regelmässigkeit wie im Schlafe vor sich. Eröffnet man bei einem solchen Thiere zuerst die eine, dann die andere Brusthälfte, so sieht man die Erstickungs-Erscheinungen mit derselben Intensität und in derselben Reihenfolge auftreten, wie bei einem Thiere, das sich im Besitz seines grossen Gehirns und damit im Besitze seines Bewusstseins und seiner Willenskraft befindet. Ebenso wenig weichen die mit Hilfe der

künstlichen Respiration jetzt hervorzurufenden Phänomene von den vorher geschilderten ab.

Unter denen nun, welche die Erstickungs-Erscheinungen als eine Folge der verminderten Sauerstoff-Aufnahme betrachten, steht sowohl der Zeit nach als durch die Gründlichkeit seiner Untersuchungen, Wilhelm Müller, ein Schüler Ludwig's, obenan.

Von seinen Versuchen kommen hier zwei Reihen in Betracht. In der einen werden die Wirkungen von Gasgemengen studirt, welche weniger O enthalten als die atmosphärische Luft, in der andern von solchen, welche sogar mehr O als die atmosphärische Luft und gleichzeitig grössere Mengen CO_2 enthalten. Das Thier athmet in beiden durch Quecksilberventile. Es bezieht die Einathmuugsluft aus einem grossen Glasgefäss, das durch Quecksilber abgesperrt ist, und entleert seine Ausathmungsluft bei der ersten Versuchsreihe in die Atmosphäre, bei der zweiten in denselben Raum, aus dem es die Einathmungsluft bezieht.

In der ersten Reihe ist das einzuathmende Gasgemenge aus N und O zusammengesetzt. Es sind sechs Experimente, in denen der O-gehalt beziehlich 1,74, 2,94, 4,48, 7,53, 14,85. 15,4 pCt. beträgt. Im ersten Versuche war schon nach einer Minute die heftigste Suffocation ausgebildet, im zweiten stellt sich bereits nach 30 Secunden starke Unruhe ein, die nach abermals 30 Secunden bis zu heftigen Suffocations-Erscheinungen sich steigert. Im dritten „athmet das Thier 15 Minuten lang sehr heftig und ausgiebig, mit Anstrengung aller Muskeln; die geringste Verminderung in der Dichtigkeit der Einathmungsluft reicht hin, ausgesprochene Suffocations-Anfälle zu erregen". Im vierten „athmet das Thier 15 Minuten; die Athemzüge erscheinen ausserordentlich tief und ausgiebig, wie bei einem in mässiger Athemnoth befindlichen Menschen; nach der Beendigung des Versuches athmet es sehr rasch und energisch". Im fünften „athmet das Thier 12 Minuten lang ohne bemerkliche Beschwerden". Im sechsten „erscheinen die Athemzüge nach einiger Zeit etwas tiefer und ausgiebiger als gewöhnlich, und ohne dass sich sonst bemerkenswerthe Zufälle einstellen".

Diese Versuche zeigen also, dass eine Verminderung des O-gehaltes der Luft bis auf ein Drittel schon tiefere und ausgiebige Athemzüge erregt; ein weiteres Herabsinken des O-gehaltes hat bereits starke Dyspnoë und eine noch weitere Verminderung desselben rasche Erstickung zur Folge, während, wenn der O-gehalt ca. zwei Drittel beträgt, kein besonderer Einfluss auf die Athmung sich geltend macht.

In der zweiten Versuchsreihe ist der Behälter, aus dem das Thier seine Einathmungsluft bezieht, zuerst mit reinem Sauerstoffgas gefüllt. Indem aber die Ausathmung in denselben Raum geschieht, nimmt die Menge des O allmählig ab und an seine Stelle treten CO_2 und N. Im Verlaufe des Versuches athmet also das Thier ein Gasgemenge, das aus O, CO_2 und N besteht und das immer ärmer an dem ersten und immer reicher an den letzten beiden Gasen wird. Solcher Experimente sind fünf mitgetheilt.

Nach Beendigung eines jeden analysirte Müller das zurückgebliebene Gasgemenge. Es enthielt in dem ersten neben 42,85 O 20,09 CO_2, im zweiten neben 38,61 O 47,33 CO_2, im dritten neben 58,53 O 27,53 CO_2, im vierten neben c. 36,62 O 58,255 CO_2, im fünften neben 20,8 O 68,59 CO_2. Wie hieraus erhellt, war also selbst am Ende eines jeden Versuches das Gasgemenge, welches beim Einathmen in die Lungen des Thieres gelangte, noch immer reicher oder nahezu ebenso reich an O, als die atmosphärische Luft. Es wurde aber dem Blute gleichzeitig CO_2 und zwar in allmählig wachsender Menge zugeführt. Die Dauer des Versuchs, welche nur in den vier letzten angegeben ist, betrug im zweiten 15 Minuten, im dritten 29½ Minuten, im vierten zwei Stunden, im fünften fast zwei Stunden. Die dabei beobachteten Erscheinungen sind nur für die letzten beiden Versuche etwas näher angegeben. Vom vierten heisst es: „45 Minuten nach Beginn des Versuches ist die Narcose bereits ausgebildet, das Thier reagirt auf Reflexe nicht; 55 Minuten später deutliche Agonie. Der Versuch endigt mit dem Tode des Thieres.“ Vom fünften heisst es: 29 Minuten nach Beginn des Versuchs ist „das Stadium der Unruhe ausgebildet“, 31 Minuten später: „die Narcose beginnt sich einzustellen, Reflexe finden noch an Pfoten und Augen Statt“, nach weiteren 15 Minuten: „die Reflexe sind noch an den Augen vorhanden, die Extremitäten werden kühl und mit Wolle bedeckt“, nach ferneren 23 Minuten: „die Respiration wird langsam und es erfolgen 9 Athemzüge und 100 Herzschläge in der Minute. Auch dieser Versuch endigt mit dem Tode des Thieres.

Aus diesen Versuchen glaubt Müller den Schluss ziehen zu dürfen, „dass die CO_2 in gehöriger Dosis im Thierkörper die Wirkung eines narcotischen Giftes entfalte, welches bei einer Sättigung des Thieres acuten Tod zu erzeugen im Stande ist“, ferner „dass nicht die Anhäufung der CO_2 im Blut und den Geweben es ist, was . . . . . die krampfhaften Zufälle beim Erstickungstod hervorruft; denn auch ein sehr beträchtlicher CO_2-gehalt des Blutes

erzeugt keine Reizung des verlängerten Markes und der CO_2-gehalt der Lungenluft keine Reflexe". Die Erstickungs-Erscheinungen verdanken also nach Müller ihre Entstehung „geradezu dem Mangel am nothwendigen Sauerstoff".

Dem Unbefangenen wird auf den ersten Blick einleuchten, dass unsere Frage nach den Ursachen der dyspnoëtischen Erscheinungen nur durch die erste Reihe dieser Versuche eine präcise Antwort erhält. Durch dieselben ist unzweifelhaft erwiesen, dass die Verringerung der Sauerstoffzufuhr in der That Dyspnoë zu erzeugen vermag. Eine andere Deutung ist offenbar unmöglich. Anders verhält es sich mit der zweiten Reihe, von der überdies nur die beiden letzten Versuche in Betracht kommen können. Durch diese beweist Müller allerdings, dass die CO_2, wenn sie dem Blute in grosser Menge zugeführt wird, ein heftiges Gift sei; keinesweges aber, dass sie nicht im Stande sei, dyspnoëtische Erscheinungen hervorzurufen. Im fünften Versuche wird von einem „Stadium der Unruhe" gesprochen; indess hat Müller anzugeben versäumt, worin diese Unruhe bestanden habe. Es drängt sich unwillkürlich die Vermuthung auf, dass auch die Respirationsmuskeln dabei betheiligt waren. Jedenfalls muss dasselbe Stadium auch im vierten Versuche vorhanden gewesen sein, da dieser mit dem fünften in jeder anderen Beziehung übereinstimmt. Auch wissen wir durch andere Erfahrungen, dass es kein Gift giebt, welches sofort lähmend auf das Nervensystem wirkt. Immer geht der Lähmung ein Stadium der Reizung vorher. Noch schwerer aber wiegt der Vorwurf, den wir dem eingeschlagenen Verfahren selbst zu machen haben. Müller hat zu seinen Versuchen ausschliesslich Kaninchen genommen, welche wir zu den muskelschwachen Thieren zu zählen haben, und diese mussten durch schwer bewegliche Quecksilber-Ventile nicht nur ein-, sondern auch ausathmen. Sie hatten also Widerstände zu überwinden, welche unter solchen Umständen schon für sich einen gewissen Grad von Dyspnoë hervorzurufen im Stande waren. Eine der CO_2 etwa eigenthümliche erregende Wirkung auf das respiratorische Nervensystem, welche im Beginn des Versuches eintreten musste, konnte darum leicht unbemerkt bleiben, oder mit anderen Worten, die Thiere konnten möglicherweise deshalb unter dem Einfluss der CO_2 nicht dyspnoëtisch werden, weil sie unter den mit dem Versuch gesetzten Bedingungen bereits dyspnoëtisch waren. Diese, wie Sie einsehen, gerechtfertigten Bedenken hat meines Wissens zuerst Thiry geltend gemacht.

Dass aber Müller sich in der That geirrt hat, indem er auf

Grund der eben kritisirten Versuche die behinderte Kohlensäure-Ausfuhr als mögliche Ursache der Dyspnoë läugnete, ergiebt sich aus einer Reihe von Experimenten, welche von mir im Beginn des Jahres 1862 angestellt und in der hier erscheinenden Medicinischen Centralzeitung (Jahrgang 1862, Nr. 38 und 39) veröffentlicht wurden.

Die Methode meiner Versuche ist eine andere als die von Müller befolgte. Ich habe sowohl an Hunden als an Kaninchen experimentirt. Das Versuchsthier wurde zunächst durch die Einspritzung von *Morphium acet.* in Schlaf versetzt, und darauf die künstliche Respiration nach dem Takt eines Metronoms eingeleitet. So behandelte Thiere werden schon nach den ersten Stössen des Blasebalges respirationslos oder apnoëtisch, d. h. sie verlieren nach kürzester Zeit die Fähigkeit, spontane Respirationsbewegungen zu machen. Und dieser Zustand kann unverändert stundenlang fortdauern. Das kohlensäurehaltige Gasgemenge befindet sich in einem Gasometer von der Form, wie es in Gasanstalten gebräuchlich ist. Es gleicht dem allgemein bekannten Spirometer von Hutchinson. Aus diesem führt eine dicke Bleiröhre, in die ein grosser anderthalbfach durchbohrter Hahn eingeschaltet ist, zu dem Blasebalg. Dieser letztere besteht aus einem sehr grossen dickwandigen Gummiball, welcher durch zwei mit Handhaben versehene und durch ein Charnier vereinigte Bretter zusammengedrückt werden kann. Aus dem Innern des Balles führt eine Messingröhre, welche in zwei dicke mit Ventilen versehene Arme endigt. Die Ventile öffnen sich nach entgegengesetzten Richtungen. Der eine Arm steht mit der erwähnten Bleiröhre, der andere mit einer Messingröhre in Verbindung, welche in die geöffnete Trachea eingelassen und hier stark befestigt ist. Von der messingenen Trachealröhre geht seitlich ein kurzes enges Röhrchen ab, durch welches die Exspirationsluft entweichen kann. Ursprünglich war die letztere Oeffnung durch einen passend geschnittenen Kork bis auf einen feinen Spalt geschlossen. Später liess ich das Exspirationsgas durch ein mit der Trachealröhre verbundenes Wasserventil treten.

Mit Hilfe dieses Apparates ist man im Stande, einem Thiere bald nur atmosphärische Luft, bald ein in dem Gasometer befindliches Gasgemenge zuzuführen. Es hängt dies von dem erwähnten anderthalbfach durchbohrten Hahn ab. Der Wechsel kann durch die Umdrehung des Hahnes momentan geschehen.

Wird nun einem Thiere, das durch Zuführung von atmosphärischer Luft apnoëtisch geworden ist, ein Gasgemenge eingeblasen, welches mehr O als die atmosphärische Luft und gleichzeitig an-

sehnlich CO_2-mengen enthält, so sieht man kurz nach dem Beginn dieser Einblasungen Respirationen und bald auch dyspnoëtische Erscheinungen eintreten.

Ich will einen dieser Versuche, der am Kaninchen angestellt wurde, etwas ausführlicher schildern.

Zuerst wurde, wie gewöhnlich, die künstliche Respiration eingeleitet, und unmittelbar darauf der Brustkasten zwischen dem vierten und fünften Rippenpaar quer durchschnitten. Wegen der vorhergegangenen Unterbindung der Aa. mammariae hatte diese Operation keinen Blutverlust zur Folge gehabt. Es wurden 30 Einblasungen in der Minute gemacht. So lange die Zufuhr von atmosphärischer Luft fortdauerte, sah man das blossliegende Herz kräftig fortpulsiren, aber weder an den beiden Thoraxsegmenten, noch am Abdomen, noch auch an den Nasenflügeln eine Spur von Athembewegung auftreten. Sobald aber durch die Einblasungen den Lungen ein Gasgemenge zugeführt wurde, das 31 pCt. O, 28 pCt. CO_2, 41 pCt. N enthielt, machten sich schon nach einigen Secunden Respirationsbewegungen an den Nasenflügeln und dem Unterleibe bemerkbar. Nach Verlauf von anderthalb Minuten sieht man auf jede Einblasung eine tiefe Inspiration folgen, welche sich durch starke Erweiterung der Nasenflügel, starke Abflachung des Zwerchfells und starke Bewegung der Rippen kund giebt. Diese Bewegungen verschwanden, als man von Neuem atmosphärische Luft zuführte, und das Thier blieb respirationslos, bis abermals Einblasungen des kohlensäurehaltigen Gasgemenges gemacht wurden. Bei Wiederholung dieser Einblasungen zeigte die nähere Betrachtung, dass zuerst nur Zwerchfells-Contractionen eintraten, dass zu diesen die Erweiterung der Nasenflügel und die Bewegung der Rippen sich hinzugesellte, dann alle drei Bewegungen immer stärker wurden und dass die Inspirationsbewegungen regelmässig mit den Einblasungen alternirten. Liess man zur Zeit, wo die Dyspnoë den höchsten Grad erreicht hatte, was sich durch Eröffnung des Mundes kund gab, wieder nur atmosphärische Luft zutreten, so nahm zunächst die Intensität der Athembewegungen ab, und indem diese schwächer wurden, interponirten sie sich auch nicht mehr regelmässig den Einblasungen. Zuletzt verschwand jede Spur von Athembewegungen.

Etwa dreiviertel Stunden nach Beginn des Versuchs wurden dem Thiere die Lungenmagennerven am Halse durchschnitten. Das Thier blieb auch jetzt respirationslos, als ihm atmosphärische Luft zugeführt wurde. Und eben so hatten die Einblasungen des kohlensäurehaltigen Gasgemenges wie früher Athembewegungen und

Dyspnoë zur Folge. Aber die Dyspnoë fiel nun beträchtlich stärker aus als bei intacten Vagis; und die Athembewegungen interponirten sich jetzt nicht mehr den Einblasungen. Ferner beobachtete man nach öfterer Wiederholung der CO_2-haltigen Einblasungen, dass das Thier nach ihrem Aussetzen nicht mehr respirationslos wurde, und dass in diesem Stadium bei jedesmaliger Zufuhr von CO_2 die Zahl der Respirationen ab-, die Dauer der einzelnen Inspirationen zunahm.

Bei Hunden haben die CO_2-Einblasungen den gleichen Erfolg; nur sieht man hier schon kurz nach Beginn derselben neben anderen dyspnoëtischen Erscheinungen auch eine starke Contraction der Bauchmuskeln eintreten. Die active Exspiration bildet gleichsam einen Vorschlag der unmittelbar darauf folgenden dyspnoëtischen Inspiration.

Aus diesen Versuchen lässt sich, wie Sie sehen, ohne Weiteres und mit Sicherheit schliessen, dass die CO_2 eine intensiv erregende Wirkung auf das respiratorische Nervensystem hat. Ferner, dass sie die Fähigkeit besitzt, die innerhalb der Lungen befindlichen Endigungen der Lungenmagennerven unmittelbar und stark zu erregen. Drittens, dass es nicht diese letztere Eigenschaft ist, durch welche sie Athemnoth erzeugt.

Um die Beweiskraft dieser Versuche zu schwächen, hat man freilich den Einwand gemacht, dass die CO_2 in ihnen nur dadurch wirksam gewesen sei, dass ihre vermehrte Zufuhr zum Blute die Aufnahme des O gehindert habe. Aber meine Gegner haben vergessen, erstens, dass unter dieser Voraussetzung die Wiederbelebung eines erstickten Thieres durch künstliche Respiration unmöglich wäre, ferner, dass schon W. Müller in seiner Arbeit den directen Beweis für die Fähigkeit des Blutes, bei starker Sättigung mit CO_2 ungehindert O aufnehmen zu können, geliefert hatte.

In dem citirten Aufsatze habe ich noch andere Versuche mit Einblasungen von Wasserstoffgas mitgetheilt. Der Zweck derselben war, durch Auswaschung der CO_2 aus dem Blute die Thiere apnoëtisch zu machen und so diesen Stoff als das einzige Agens der Respiration darzuthun. Denn die vorigen Versuche sind, wie man leicht einsieht, nur zu dem Beweis geeignet, dass die CO_2 überhaupt Respirationsbewegungen hervorzurufen vermöge. Sie beweisen keinesweges, dass sie auch der natürliche Stimulus des Respirations-Nervencentrums sei. In der That schien es so, als ob ich durch die H-Einblasungen im Stande wäre, ein Thier nicht blos vor Er-

stickung zu bewahren, sondern auch trotz der aufgehobenen O-Zufuhr eine geraume Zeit am Leben zu erhalten. Das letztere Ergebniss glaubte ich mir dadurch erklären zu können, dass unter den von mir gesetzten Bedingungen das Herz das einzig sauerstoffbedürftige Organ war. Die geringe Menge O, welche dieses Organ zur Fortdauer seiner Function bedurfte, konnte also recht wohl im Blute enthalten gewesen sein, bevor der H zugeführt wurde. Indess haben zuerst Heidenhain und später Rosenthal nachgewiesen, dass ich bei diesen Versuchen einen Fehler begangen haben musste, in Folge dessen das Versuchsthier zugleich mit dem H auch kleine Mengen von O enthielt. Bei der vollkommenen Art, mit der mein Apparat die Lungen ventilirte, konnten, wie namentlich Rosenthal hervorgehoben hat, schon kleine O-mengen den Dienst verrichten, den unter andern Bedingungen nur grosse Mengen zu leisten vermögen. Von der Richtigkeit dieser Ausstellungen habe ich mich denn auch thatsächlich später zu überzeugen Gelegenheit gehabt, indem ich einige Veränderungen mit meinem Apparate vornahm und statt des durch seine Diffusibilität ausgezeichneten Wasserstoffs das Stickoxydulgas in Gebrauch zog.

Einem kräftigen Hunde, der durch Einspritzung von 0,3 Gran *Morph. acet.* narcotisirt war, wurden mit Hilfe des veränderten Apparates Einblasungen gemacht von einem Gasgemenge, das aus 82,5 Stickstoffoxydul und 17,5 Sauerstoff bestand. Der exspiratorische Luftstrom entwich durch einen mit dem Trachealrohr in Verbindung stehenden langen Gummischlauch ins Freie. Nach 6 Minuten langem Einblasen erfolgte keine Inspiration, geschweige denn Dyspnoë. Als hierauf die Einblasungen ausgesetzt wurden und gleichzeitig der Zutritt von atmosphrischer Luft in den Respirations-Apparat gehemmt war, so dauerte es über eine Minute, ehe der erste Athemzug erfolgte. Bald aber stellte sich starke Dyspnoë ein, wobei es auch zu starken inspiratorischen Erweiterungen des Mundes kam. Aber die Dyspnoë verschwand sehr bald, als von Neuem Einblasungen mit dem beschriebenen Gasgemenge gemacht wurden, und bei Fortdauer dieser wurde das Thier wieder apnoëtisch. Dieser Vorversuch lehrt also, dass Stickstoffoxydul, selbst wenn es in grosser Menge dem Respirations-Apparat zugeführt wird, weder eine erregende noch lähmende Wirkung auf das Athmungs-Nervensystem auszuüben vermag, dass es mit einem Worte wie der H in die Reihe der sog. indifferenten Gase gehört. Es konnte diesem also ohne Weiteres substituirt werden.

Als ich nun bei einem anderen Thiere von nahezu gleicher Grösse und Constitution, das ebenfalls durch 0,3 Gr. *Morph. acet.* narcotisirt war, denselben Versuch mit reinem Stickstoffoxydul wiederholte, traten schon kurz nach Beginn der Einblasungen Athembewegungen und bald auch starke Dyspnoë ein. Zu der Zeit, wo die Dyspnoë einen hohen Grad erreicht hatte, wurden statt der Stickstoffoxydul-Einblasungen solche von atmosphärischer Luft gemacht. Doch verloren sich die dyspnoëtischen Erscheinungen nur sehr langsam, und selbst 8 Minuten nach Beginn der Lufteinblasungen war das Thier noch nicht apnoëtisch. Es fuhr fort, wenn auch in flachen Zügen, weiter zu athmen. Als jetzt die künstliche Respiration nun ganz suspendirt wurde, sah man die Athemzüge wieder tiefer werden und endlich auch die Kopfmuskeln sich an der Athmung betheiligen. Bei Wiederaufnahme der Luft-Einblasungen verschwand jedoch die Dyspnoë von Neuem. Allmälig vorloren sich dann auch die spontanen Athembewegungen. Und schliesslich war das Thier wieder gerade so apnoëtisch, wie vor den Stickstoffoxydul-Einblasungen.

Wir können demnach keinen Augenblick daran zweifeln, dass bei der Einblasung auch indifferenter Gase, wenn sie unvermengt den Lungen zugeführt werden, Athembewegungen eintreten und Dyspnoë entsteht.

Es giebt also eine Sauerstoff- und eine Kohlensäure-Dyspnoë, und die Erscheinungen, welche dem Tod durch Erstickung vorhergehen, kommen durch die Zusammenwirkung zweier Bedingungen zu Stande, durch die Verminderung der Sauerstoffzufuhr und durch die Hemmung der Kohlensäure-Ausfuhr.

Thiry hat in einer Arbeit, welche sich in den „Recueils des travaux de la société allemande de Paris“ (Paris 1865) findet, den Versuch gemacht, beide Bedingungen auf eine einzige zurückzuführen.

Die im Blute enthaltene CO_2 ist, wie sich aus den unter Ludwig's Leitung gemachten Untersuchungen von Setschenow und Scheffer ergiebt, nur zum Theil gelöst und durch Diffusion aus demselben zu entfernen; ein anderer und zwar grosser Theil ist chemisch gebunden und also nur auf chemischem Wege abzuscheiden. Die einfach gelöste Portion lässt sich dadurch austreiben, dass man das Blut in einen luftleeren Raum bringt oder dass man indifferente Gase, wie Wasserstoff und Stickstoff, hindurchleitet; der chemisch

gebundene Theil entweder durch Säuren oder, wie die neueren, ebenfalls unter Ludwig's Leitung angestellten Versuche von Holmgren und Preyer gelehrt haben, durch Sauerstoff. Dieses Gas hat, wie schon Lothar Meyer gezeigt hat, eine starke Affinität zu einem in den Blutkörperchen enthaltenen Stoffe und bildet mit demselben, wie es scheint, eine Säure, durch welche die hier fixirte Kohlensäure verdrängt wird.

Der im lebenden Körper Statt habende Lungengaswechsel hat also zweierlei Folgen. Er befördert die Abdunstung der in dem Blutserum gelösten Kohlensäure und gleichzeitig wird durch den an die Blutkörperchen tretenden Sauerstoff ein Theil der chemisch gebundenen Kohlensäure aus ihrer Verbindung befreit und in den gelösten Zustand übergeführt. Tritt eine Störung des Lungengaswechsels ein, so muss nicht nur die Abdunstung der Kohlensäure vermindert werden, sondern auch die Zersetzung der Substanz, welche den chemisch gebundenen Theil der Kohlensäure enthält, träger von Statten gehen. Das Blut wird reicher nicht nur an gelöster, sondern auch an chemisch gebundener Kohlensäure sein, als im normalen Zustande. Nimmt man nun mit Thiry an, dass die Kohlensäure in beiden Zuständen ein Reizmittel für das respiratorische Nervensystem darstellt, so müssen indifferente Gase, welche anstatt der atmosphärischen Luft dem Blute zugeführt werden, ebenso gut Dyspnoë herbeiführen, als eine directe Behinderung des Lungengaswechsels. Denn mit Hilfe eines solchen Gases lässt sich zwar die Abdunstung der gelösten Kohlensäure gerade so vollständig bewirken, als durch die atmosphärische Luft; dagegen bleibt die Substanz unzersetzt, welche den chemisch gebundenen Theil der Kohlensäure enthält. Das Blut wird demnach auch hier reicher an Kohlensäure, und darum muss auch in diesem Falle Dyspnoë eintreten.

Diesen Voraussetzungen zufolge wäre also auch die Sauerstoff-Dyspnoë im Grunde nur eine Kohlensäure-Dyspnoë. Die verminderte Sauerstoffzufuhr würde nur dadurch Dyspnoë erzeugen, dass in Folge des mangelhaften Sauerstoffzutritts das Blut reicher an Kohlensäure bleibt, als im natürlichen Zustande. Und ein Respirations-Hinderniss hätte nur deshalb Dyspnoë zur Folge, weil der Gehalt des Blutes an (gelöster und gebundener) Kohlensäure zunimmt. Freilich bedarf es noch weiterer Versuche, um diese einladende Hypothese Thiry's zum Range einer Theorie zu erheben.

Was schon jetzt für sie spricht, ist die Thatsache, dass meinen Versuchen zu Folge das kohlensaure Natron, ein Salz, das reichlich im Blute vertreten ist, wenn wir eine Lösung desselben in die Pulsadern einspritzen, auf die vitalen Nervensysteme — darunter verstehe ich das Hemmungs-Nervensystem des Herzens, das vasomotorische und das respiratorische Nervensystem — in ganz gleicher Art wirkt wie die in Gasform eingeführte Kohlensäure.

Nachträgliche Bemerkungen zu der vorstehenden Arbeit.

Mit Rücksicht auf den Fehler, mit dem die p. 462—63 erwähnten Wasserstoff-Versuche behaftet waren, könnte vielleicht Mancher, wenigstens auf den ersten Blick, versucht sein, die Beweiskraft der zur selben Zeit angestellten und veröffentlichten Versuche mit Kohlensäure anzuzweifeln. In der That sind beiderlei Versuche mit Hilfe derselben Vorrichtungen und nach derselben Methode ausgeführt worden, und daher beide mit demselben Fehler behaftet. Aber eben dieser Fehler, der die Wasserstoff-Versuche unbrauchbar macht, erhöht, wie eine nähere und unparteiische Erwägung lehrt, gerade die Beweiskraft der Kohlensäure-Versuche. Denn gleichgiltig wo die Diffusion zwischen dem zum Versuch dienenden kohlensäurehaltigen Gasgemenge und der atmosphärischen Luft vor sich ging, ob im Gasometer oder in der Röhrenleitung oder im Blasebalg, sie konnte keine andere Folge haben, als den Kohlensäuren-Gehalt des den Lungen zugeführten Gasgemenges, so wie dessen Sauerstoff-Gehalt zu vermindern. Der Sauerstoff-Gehalt aber konnte auf diese Weise höchstens so weit reducirt werden, dass er dem der atmosphärischen Luft gleich kam, und wenn dieses richtig ist, woran Niemand zweifeln kann, dann erhielt das Versuchs-Thier mit jeder Einblasung mindestens so viel Sauerstoff als es bei Zufuhr von reiner atmosphörischer Luft erhalten hätte. Wenn es nun trotzdem zu respiriren begann und bei Fortsetzung der Einblasungen dyspnoëtisch wurde, so konnte das nur von dem Gehalt des eingeblasenen Gasgemenges an Kohlensäure herrühren, und da diese im Verlaufe des Versuches fortwährend aus dem Apparate diffundirte, so folgt daraus höchstens, dass kleinere Quantitäten von Kohlensäure als die in dem Gasgemenge ursprünglich enthaltenen schon im Stande sind, Respirationen und Dyspnoë hervorzurufen. Dadurch aber wird der Versuch, wie auf der Hand liegt, nur um so beweiskräftiger.

Wie ich nachträglich zu meiner Genugthuung sehe, kommt Thiry in seiner Kritik meiner Arbeit (l. c. p. 69—70) zu dem nehmlichen Schluss:

„*Il est possible, d'autre part, que dans les mélanges gazeux renfermant de l'acide carbonique il soit entré de l'air atmosphérique, parce que l'appareil ne fermait pas hérmétiquement. Pourtant les expériences faites avec ces mélanges n'en prouvent pas moins ce qu'elles doivent prouver, c'est que de petites quantités d'acide carbonique, introduites dans le saug, sont en état d'amener des mouvements d'inspiration et d'exspiration par excitation du noeud vital, puisque l'oxygène ne manque pas.*"

Ich wäre demnach in der That der erste, der den Beweis geführt hat, dass durch Behinderung der Kohlensäure-Ausfuhr während ungestörter Sauerstoff-Zufuhr, bei einem apnoëtisch gemachten Thiere Respirationen ausgelöst werden können und Dyspnoë entsteht.

Thiry, der drei Jahre nach mir und Dohmen, der nach Thiry kam, haben in Betreff der Kohlensäure nicht einmal so viel, wie ich, erwiesen, da beide sich auf den Beweis beschränken dass Beschränkung der Kohlensäure-Ausfuhr bei ungestörter Sauerstoff-Zufuhr ein Thier dyspnoëtisch mache.

Davon, dass man durch Einblasung kohlensäurehaltiger und zugleich sauerstoffreicher Gasgemenge bei apnoëtisch gemachten Thieren sofort Respirationen hervorzurufen im Stande sei, und von dem Beweise, dass die Kohlensäure auf die Enden pulmonaler Vagus-Fasern direct erregend wirke, ist bei beiden Autoren nichts zu finden.

Endlich verdient hervorgehoben zu werden, dass die Frage, ob die Kohlensäure wirklich Inspirationen hervorzurufen vermöge, überhaupt nur auf dem von mir zuerst betretenen Wege entschieden werden kann, d. h. mit Hilfe der von mir zuerst eingeführten rhythmischen Einblasungen von Gasgemengen, die neben der Kohlensäure mindestens normale Sauerstoff-Mengen enthalten.

Die Thiry'sche Hypothese über die Ursache der Dyspnoë bei mangelhafter Sauerstoff-Zufuhr ist den Versuchen gegenüber, die inzwischen Pflüger in dem ersten Bande seines Archivs veröffentlicht hat, natürlich nicht mehr aufrecht zu erhalten.

Erklärung der Tafeln.

Die für Taf. I. und II. nothwendigen Erläuterungen finden sich p. 235—249.
Die Erklärung von Taf. III. auf p. 258.
Die Erklärung von Taf. IV. auf p. 262.
Die Erklärung von Taf. V. und VI. auf p. 263.
Die Erklärung von Taf. VII. auf p. 266.

Taf. VIII. Zum Verständniss dieser Tafel ist Folgendes zu bemerken:

Das zu dem Experiment dienende Thier, ein sehr kräftiger, böser Teckelhund, wüthet bis zum Eintritt der Morphium-Narcose, so dass es schwer hält, das Injectionsröhrchen in die Ven. jugul. extern. zu bringen. Der Schlaf tritt (nach Einspritzung von 25 Milligramm Morph. acetic.) ohne vorhergegangene Aufregung ein um 11 Uhr 55 Min. Die Pulsfrequenz sinkt danach auf 88 in der Minute. Um 12 Uhr 2 Min. Einspritzung von 6 Milligr. Worara. Beim Beginn der kymographischen Aufzeichnungen um 12 Uhr 26¾ Minuten ist der mittlere Druck = 103 mm., die Pulsfrequenz = 190 (in der Minute). In Folge des Eintritts von kohlens. Natron. in die Crural-Arterie steigt aber der Druck (kurz nach dem Beginn der Aufzeichnungen) innerhalb einer Drittel-Minute auf 142 mm., während die Pulsfrequenz 213 beträgt. — Aber schon um 12 Uhr 28¾ Minuten (also nach Verlauf von kaum 2 Minuten nach dem Beginn der Aufzeichnungen) ist der Druck bereits wieder = 123 mm., die Pulsfrequenz = 183. Jetzt beginnt die erste lange Suspension der künstlichen Respiration, welche etwa 4⅔ Minuten dauert. Der Druck steigt während der ersten 2 Minuten dieser Respirationspause, anfangs linear, dann in Form periodischer Schwankungen, die aber bald wieder verschwinden, allmählig bis auf 243 mm. Die Pulsfrequenz nimmt dabei stark ab, sie beträgt eine Minute nach Beginn der Respirationspause kaum 87, und um die Zeit, wo der Druck auf 243 mm. gestiegen ist, 121, woraus hervorgeht, dass sie um diese Zeit bereits wieder im Zunehmen war. Während des übrigen Theils der Respirationspause beobachtete man ein fast lineares Absinken des mittleren Druckes, so dass er kurz vor der Wiederaufnahme der Einblasungen (von atmosphärischer Luft) nicht mehr als 70 mm. betrug. Mit dem Absinken des Druckes begann auch die Pulsfrequenz, anfangs langsamer, dann schneller wieder abzunehmen, so dass man gegen das Ende der Suspension kaum noch 70 Pulse (auf die Minute) zählte. — Nach Wiederaufnahme der künstlichen Respiration fuhr der Druck noch etwa ⅓ Minute hindurch fort, fast linear abzusinken, während die Pulsfrequenz, wenn auch langsam, wieder zuzunehmen begann. Dann trat

eine plötzliche Veränderung ein. dergestalt, dass Druck und Puls-Frequenz zugleich mit Rapidität in die Höhe gingen. Der Druck stieg in diesem Zeitraum, der etwas mehr als eine Drittel-Minute betrug, von 28,5 mm. bis auf 224 mm., also auf das Achtfache der Höhe, auf die er in Folge der Suspension gesunken war, die Pulsfrequenz von 100 auf 200, also auf das Doppelte der Zahl, die man vor dem Beginn dieses Zeitraumes constatirt hatte. Bemerkenswerth ist noch, dass die respiratorischen Elevationen der Druckcurve, welche sich nach der Wiederaufnahme der künstlichen Respiration und ebenso wenig während des rapiden Aufsteigens der Curve markirten, gegen Ende dieses letzteren Zeitraumes wieder deutlich hervortraten, und sogar jetzt höher erschienen als vor der Suspension.

Den weiteren Verlauf des Versuchs ersieht man aus den Abbildungen selbst. Zur Erläuterung derselben wären nur noch folgende Punkte hinzuzufügen.

1) Die Curven der Abschnitte A. B. repräsentiren einen Zeitraum von 13½ Minuten. Die Curven jedes einzelnen Abschnittes folgen ohne Pause aufeinander nach der Nummerzahl, wogegen zwischen der letzten Curve des einen und der ersten Curve des nächstfolgenden Abschnittes eine kurze Unterbrechung eintrat, welche dazu diente, einen neuen Bogen auf die Trommel zu bringen. Wie gross diese Unterbrechung in jedem Falle war, ergiebt sich aus zwei Umständeu, einmal aus der Angabe des Zeitpunktes, in welchem die letzte Curve eines jeden Abschnittes beendigt wurde, und aus der Angabe der Zeit, welche während der Aufzeichnung einer Curve verfloss. Abschnitt A. wurde um 12 Uhr 39½ Minuten, Abschnitt B. um 12 Uhr 43 Minuten, Abschnitt C. um 12 Uhr 50 Min. beendigt; die Gesammtzeit einer Curve ist gleich 59,34 Secunden (d. h. jeder Theilstrich der Abscissenachse = 0,69 Sec. gerechnet).

2) Die Druckhöhe in jedem Zeittheilchen berechnet sich leicht aus den Zahlen der ersten und letzten Columne, welche Millimeter Quecksilber bedeuten. Doch bedarf jede so erhaltene Zahl noch einer Correctur, indem von jeder eine auf Quecksilber reducirte Natron-Säule von gleicher Höhe abgezogen werden muss. Das specif. Gewicht meiner Natron-Lösung betrug 1,08.

3) Die Abschnitte A. und B. repräsentiren die Zeit nach der ersten Suspension von dem Moment ab, wo in Folge der Wiederaufnahme der künstlichen Respiration Druck und Pulsfrequenz noch hoch, aber schon wieder im Sinken begriffen sind. Sie stellen den fünften und sechsten Zeitraum des § XIII. p. 327 dar.

4) Abschnitt C. zeigt das Verhalten der Spannungscurve wahrend einer nun vorgenommenen zweiten Suspension dar. Die Suspension beginnt bei * in Curve 8. Man sieht, dass vor Beginn der Suspension die Nachwirkungen der oben geschilderten ersten Suspension gänzlich verschwunden sind. Der neue Gleichgewichtszustand stimmt mit dem der ersten Suspension voraufgegangenen in Betreff des mittleren Druckes fast vollständig überein, da dieser jetzt 119 mm. (also nur 4 mm. niedriger als der vor der ersten Suspension beobachtete) ist. Dagegen ist die zugehörige Pulsfrequenz (in Folge der nun verminderten Wirksamkeit des Hemmungs-Nervensymstems) = 247, also um 64 grösser als die Pulsfrequenz, welche man unmittelbar vor der ersten Suspension angetroffen hatte. — Die hier verzeichnete Suspension hat, wie man sieht, eine Dauer von fast vier Minuten, da bei * in Curve 12 die künstliche Respiration wieder aufgenommen wurde. — Das Nähere ergiebt § VIII. und XII. (pag. 324 u. 25).

Taf IX. A. B. dienen zur Darstellung der eigenthühmlichen periodischen Schwankungen der Pulsfrequenz und des Druckes, welche bei Zufuhr kohlen-

säurehaltiger und dabei sauerstoffreicher Gasgemenge dann zum Vorschein kommen, wenn das Herz mit dem spinalen Hemmungsnerven-Centrum noch in Verbindung steht und auch die Gefässe sich unter dem Einfluss des vasomatorischen Nerven-Centrums befinden (vgl. p. 333 u. 35).

Das zu dem Versuche dienende Thier, ein kräftiger Hund von mittlerer Grösse, erhielt um 11 h. 31 min. $\frac{1}{3}$ Gran Morph. acetic., worauf er in einen mässig tiefen Schlaf verfiel und, nachdem die künstliche Respiration im Gange war, um 11 h. 50 min. acht Milligr. Worara. Der mittlere Druck betrug beim Beginn der kymographischen Aufzeichnungen (um 12 h. 14 min.) 166 mm., die Pulsfrequenz c. 60 Schläge. Sehr bald (c 6 Secunden) nachher trat, in Folge der Diffusion des kohlensauren Natrons, unter starker Zunahme der Pulsfrequenz, eine beträchtliche Erhöhung des Druckes ein, doch ging dieser Zwischenfall sehr bald vorüber, so dass um 12 h. 18$\frac{1}{2}$ Min. der mittlere Druck wieder nicht mehr als 147 mm., die Pulsfrequenz 52 betrug. Um 12 h. 19$\frac{1}{4}$ Min. begannen die Einblasungen eines Gasgemenges von 32 CO_2, 29 O und 39 N (15 Mal in der Min.), worauf sehr bald Pulsfrequenz und Druck in die Hohe gingen. Die in Rede stehenden periodischen Schwankungen traten erst nach diesem etwa 2 Minuten langen Zeitraum ein. Die Zahl derselben belief sich, trotz regelmässig fortgesetzter 15 Einblasungen, auf nur sechs in einer Minute. Ihre Höhe betrug 110 mm. Die Pulsfrequenz im aufsteigenden Schenkel bedeutend grösser als im absteigenden. Mit der Wiederaufnahme der Einblasungen von atmosphärischer Luft verschwinden aber diese colossalen Perioden wieder. Und sehr bald sah man dann wieder ebenso viele respiratorische Elevationen als Einblasnngen erscheinen.

A. und B. stellen die Wirkung später vorgenommener CO_2-Einblasungen (mit demselben Gasgemenge nach demselben Rhythmus) bei demselben Thiere dar. Es waren seit dem ersten CO_2-Versuch (dessen Wirkung wir so eben kennen gelernt haben) noch mehrere ebensolche, aber kürzer dauernde gemacht, und ausserdem das Instrument ein paar Mal gereinigt worden. Während der Zeit, wo das Thier keine CO_2 erhielt, und während der Reinignungen wurde selbstverständlich regelmässig (immer 15 Mal in der Minute) atmosphärische Luft eingeblasen. Um 12 h. 57$\frac{1}{2}$ Min. hatte es noch eine zweite Dose (5 Milligr.) Worara erhalten. Der letzte hier dargestellte CO_2-Versuch begann 1 h. 6$\frac{3}{4}$ Min. Der Beginn desselben ist in Curve 1 (Taf. IXA.) durch einen * angedeutet. Man sieht sofort, dass die CO_2-Einblasungen jetzt unter ganz anderen Bedingungen unternommen wurden, wie im ersten Versuch. Der mittlere Druck zwar hat nur wenig abgenommen, dagegen ist die Pulsfrequenz nahezu doppelt so gross als vor dem ersten Versuche, unzweifelhaft in Folge verminderter Wirksamkeit des Hemmungs-Nervensystems, dessen Centrum durch die vorhergegangenen wiederholten Erregungen ermüdet worden und dessen centrifugale Fasern durch die ebengeschehene Worara-Einspritzung an Leitungsfähigkeit verloren haben. Trotzdem kommen, wie der Abschnitt B. dieser Tafel zeigt, die eigenthümlichen grossen periodischen Schwankungen von Neuem zum Vorschein, und zwar in derselben Zahl (6 in der Minute) wie beim ersten Versuch. Sie verlieren sich auch hier, sobald die Einblasungen mit atmosphärischer Luft wieder aufgenommen werden (bei * in Curve 2 des Abschnittes B), um den gewöhnlichen, mit der Zahl der Einblasungen übereinstimmenden, niedrigen respiratorischen Elevationen Platz zu machen. Curve 2 in Abschnitt A wurde 1 h. 8$\frac{3}{4}$ Min., Curve 3 in Abschnitt B um 1 h. 13$\frac{1}{2}$ Min. beendigt.

Will man für einen Punkt der hier verzeichneten 6 Curven die wahre Druckhöhe finden, so hat man die ihm entsprechende seitliche Zahl zu verdoppeln und von dieser Summe 22 und ausserdem die auf Quecksilber reducirte Höhe einer gleich hohen Natronsäule (deren spec. Gew. = 1,08) abzuziehen Die Einheit der Abscissenachse = 0,69 Sec.

C. repräsentirt das Verhalten der Druckcurve bei einem worarisirten und dann mit kleinen Dosen von Cyankalium vergifteten Hunde von mehr als Mittelgrösse. Bei * in Curve 1 werden die Vagi durchschnitten, worauf, wie man sieht, Druck und Pulsfrequenz sofort steigen und sehr bald die „zweispitzigen Wellen" (Pulsus bigeminus) erscheinen.

Will man für einen Punkt dieser 3 Curven die wahre Druckhöhe finden, so hat man die ihm entsprechende seitliche Zahl zu verdoppeln und von dieser Summe die Zahl 15 und ausserdem die auf Quecksilber reducirte Höhe einer gleich hohen Natron-Säule (das specif. Gew. = 1,08) abzuziehen. Werth eines Abscissentheils = 0,69 Sec.

Taf. X. A. dient zur Demonstration der grossen wellenförmigen Schwankungen der Druckcurven, welche bei einem worarisirten Thiere, dem die Vagi durchschnitten sind, zum Vorschein kommen, wenn die bis dahin regelmässig unterhaltene künstliche Respiration (15 Einblasungen in der Minute) vollständig suspendirt wird (vgl. p. 313 § XIX. und an späteren Orten).

Dem zu dem Versuche dienenden Thiere, einem kräftigen jungen Hunde von mittlerer Grösse, wurde um 11¼ Uhr gr. ¼ Morph. acetic. und, nach eingeleiteter künstlicher Respiration eine Dose von 8 Milligr. Worara eingespritzt. Beim Beginn der kymographischen Aufzeichnungen um 46 Minuten nach 11 Uhr mittlerer Druck (uncorrigirt) = 115 mm., Pulsfrequenz in 6,9 Sec. = 14,5. Durch das Einfliessen von kohlensaurem Natron in die Arterie steigt der Druck nur wenig bei geringer Abnahme der Pulsfrequenz. Um 11 h. 47 min. Durchschneidung der Vagi. Vorher mittlerer Druck = 122,5, Pulsfrequenz = 13 und 6,9 Sec. Nachher mittlerer Druck = 120, Pulsfrequenz = 13,5. — In dem Zeitraum von 11 h. 49 min. bis 12 h. 13½ min. finden 4 lange Suspensionen der künstlichen Respiration Statt. Jede derselben war so lange fortgesetzt worden, bis der Druck so stark gesunken war und die Pulsfrequenz so stark abgenommen hatte, dass man sehr bald den Tod des linken Ventrikels erwarten musste

Die fünfte lange Suspension ist Taf. X. A. dargestellt. Die 9 Curven folgen unmittelbar eine der anderen. Die Suspension beginnt bei * Curve 1 um 12 h. 35¼ min. und endigt bei * in Curve 6. Man sieht, dass nach dem Wiederbeginn der Einblasungen von atmosphärischer Luft, Druck und Pulsfrequenz noch eine Zeit lang niedrig bleiben und erst in Curve 7, etwa ⅓ Minute nach Beendigung der Suspension, rasch in die Höhe gehen.

Will man für einen Punkt dieser 9 Curven die wahre Druckhöhe finden, so hat man die ihm entsprechende seitliche Zahl zu verdoppeln und von dieser Summe die Zahl 4 und ausserdem die auf Quecksilber reducirte Höhe einer gleich hohen Natronsäule (von dem spec. Gew. 1,08) abzuziehen. Werth eines Abscissentheiles = 0,69 Sec.

Taf. X. B^1 und B^2 dienen zur Demonstration des Einflusses, den eine gesteigerte Ventilation des Respirations-Apparates bei worarisirten Thieren auf Pulsfrequenz und Blutdruck hat. Das zu dem Versuch dienende Thier, ein kaum mittelgrosser, aber kräftiger Hund wurde um 11 h. 53 min. durch Einspritzung

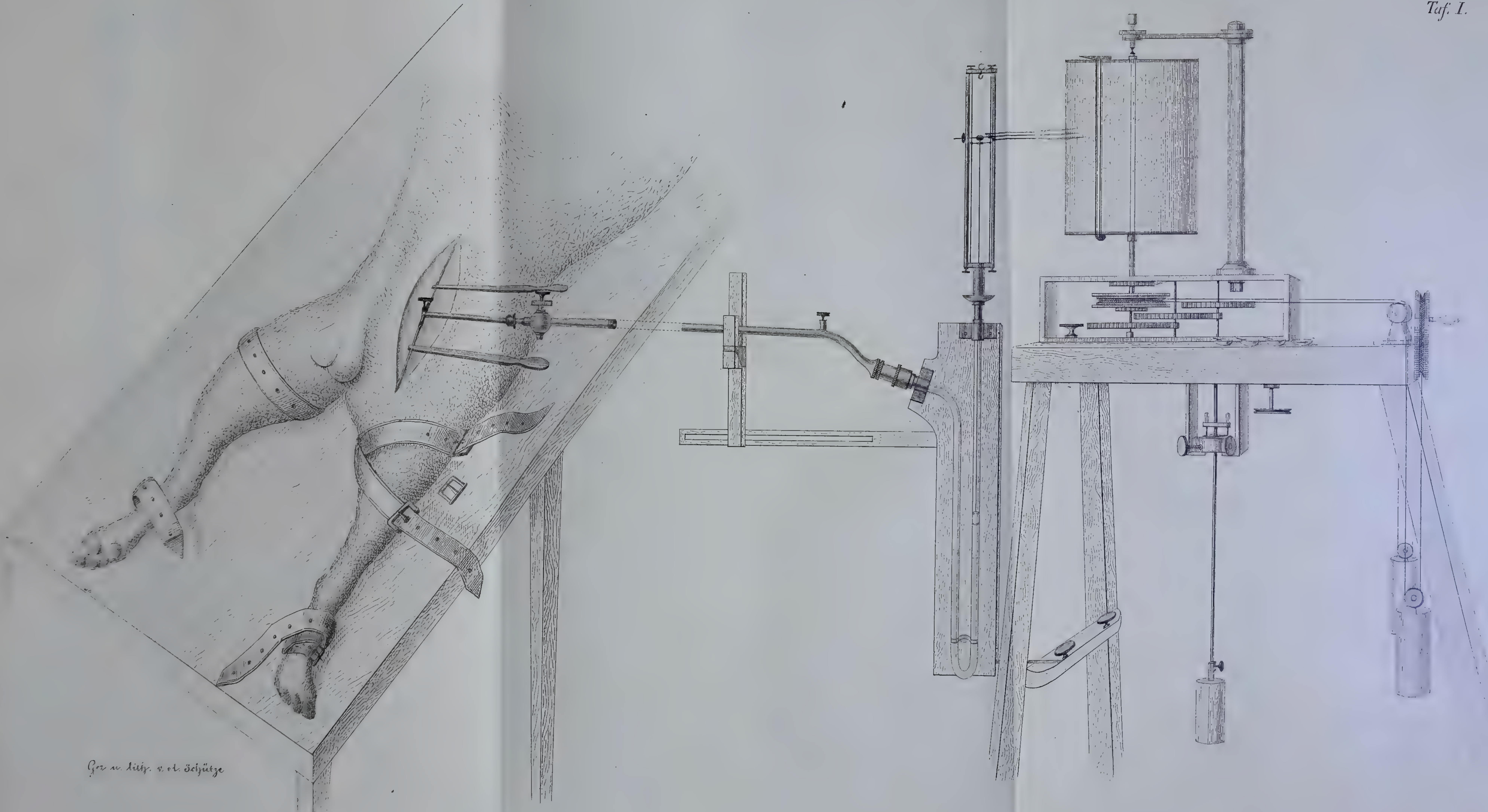
von gr. $\frac{1}{4}$ Morph. acet. in die Ven. jugul. extern. in einen tiefen Schlaf versetzt und nach Einleitung der künstlichen Respiration (15 Einblasungen in der Minute) worarisirt (durch 6 Mgr. Worara). Curve 1 in B^1 beginnt um 12 h. 36$\frac{1}{2}$ min. Bei * in dieser Curve wird die Zahl der Einblasungen vervierfacht d. h. von 15 auf 60 in der Minute gesteigert. Man sieht, wie sehr bald danach die Pulsfrequenz zu-, der Druck dagegen abnimmt, letzterer aber unter weiterer Zunahme der Pulsfrequenz wieder in die Höhe geht. In Curve 2 und im Beginn der Curve 3 ist der mittlere Druck entschieden höher als zur Zeit, wo nur 15 Einblasungen in der Minute gemacht wurden. Bei * in Curve 3 wird die Zahl der Einblasungen wieder auf 15 reducirt und danach sieht man Pulsfrequenz und Druck wieder abnehmen. — Derselbe Versuch wurde bei demselben Thiere noch mehrere Male und stets mit demselben Erfolge wiederholt.

Die CurvenSerie B^2 dient zu dem Beweise, dass dieser Einfluss der gesteigerten Ventilation des Respirations-Apparates auf Pulsfrequenz und Druck wirklich auf einer Steigerung des Lungengaswechsels beruhen müsse und nicht eine accidentelle Wirkung etwaiger Veränderungen des Druckes sein könne, welcher auf den pulmonalen Blutgefässen oder dem Herzen lastet, oder eine accidentelle Wirkung von Veränderungen, welche bei der zunehmenden Ventilation etwa die Spannung des Lungenparenchyms erleidet. — Die hierher gehörigen Curven sind von demselben Thier verzeichnet, von dem die vorhergehende Curven-Serie herrührt. Curve 1 beginnt um 12 h. 50 min. Zwischen * und * wird dem Thiere ʒi einer Digitalis-Infuses von (ʒβ) ℥ii in die Vena jugul. extern. eingespritzt, während die Zahl der Einblasungen 15 in der Minute beträgt. Man sieht, wie bald nach der Einspritzung Pulsfrequenz und Druck zugleich in die Höhe gehen, dann aber bei stark erhöhtem Druck die Pulsfrequenz unter das Niveau sinkt, das sie vor der Digitalis-Einspritzung behauptete. Als nun jetzt, bei * in Curve 2, die Zahl der Einblasungen auf 60 in der Minute gesteigert wurde, in ganz derselben Weise wie in Serie B^1, da zeigt sich eine nur geringe Zunahme der Pulsfrequenz, und statt der schliesslichen Zunahme eine Abnahme des mittleren Druckes, und als bei * in Curve 4 die Zahl der Einblasungen wieder auf 15 in der Minute reducirt wurde, fast gar keine Abnahme der Pulsfrequenz und nur eine geringe Steigerung des mittleren Druckes.

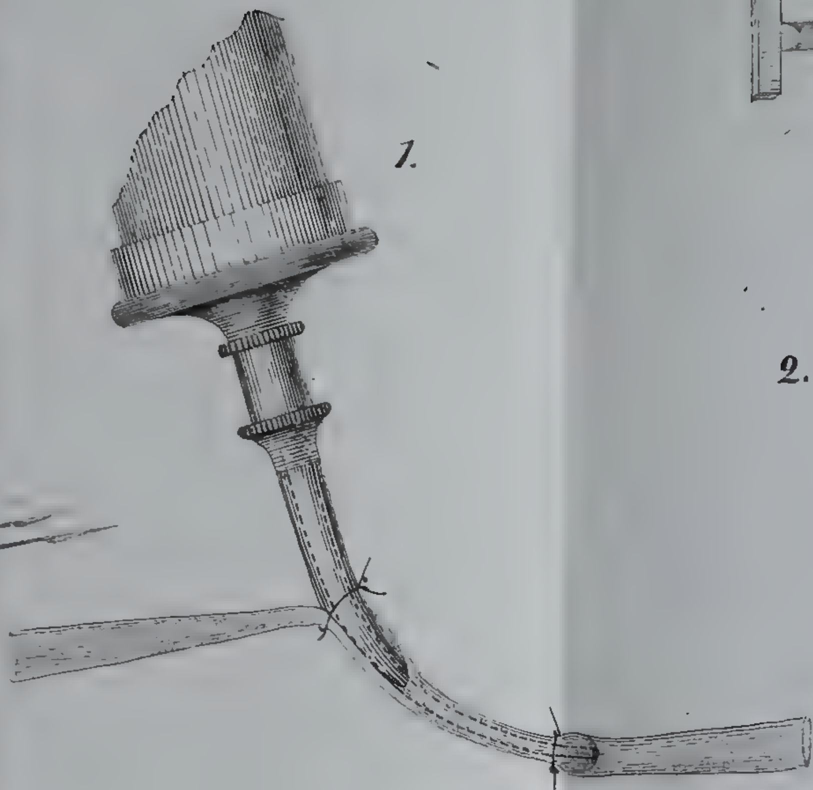
Will man für einen Punkt dieser 7 Curven die wahre Druckhöhe finden, so hat man die ihm entsprechende seitliche Zahl zu verdoppeln und von dieser Summe die Zahl 34 und ausserdem die auf Quecksilber reducirte Höhe einer gleich hohen Natron-Säule (von dem specif Gew. 1,08) abzuziehen. Der Werth eines Abscissentheiles = 0,69 Secunden.

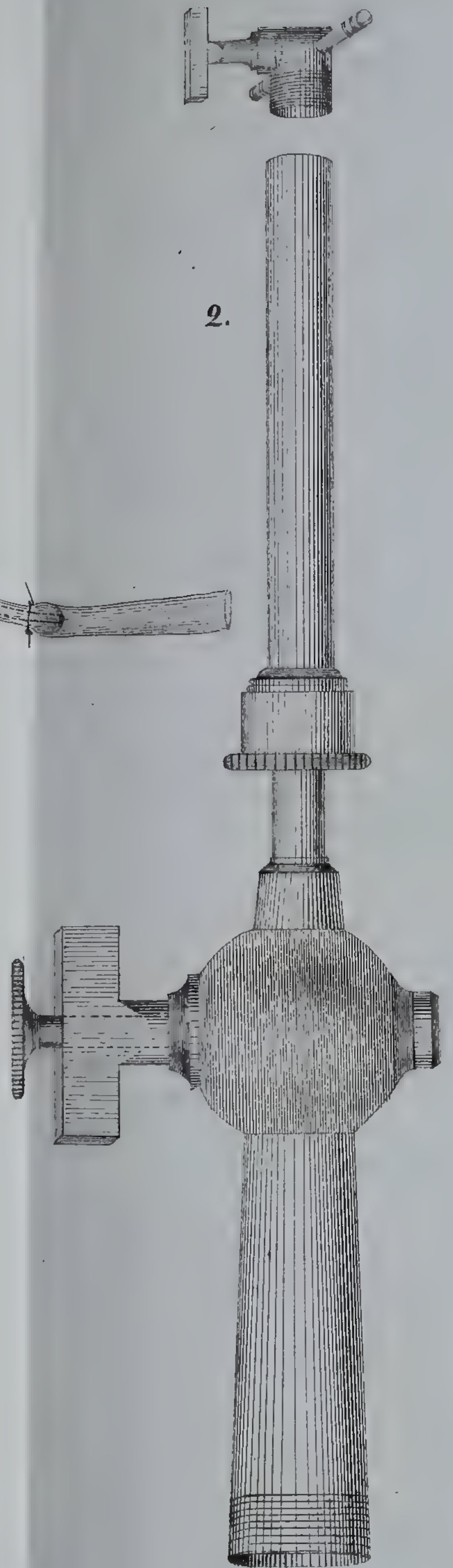


Druck von G. Bernstein in Berlin.

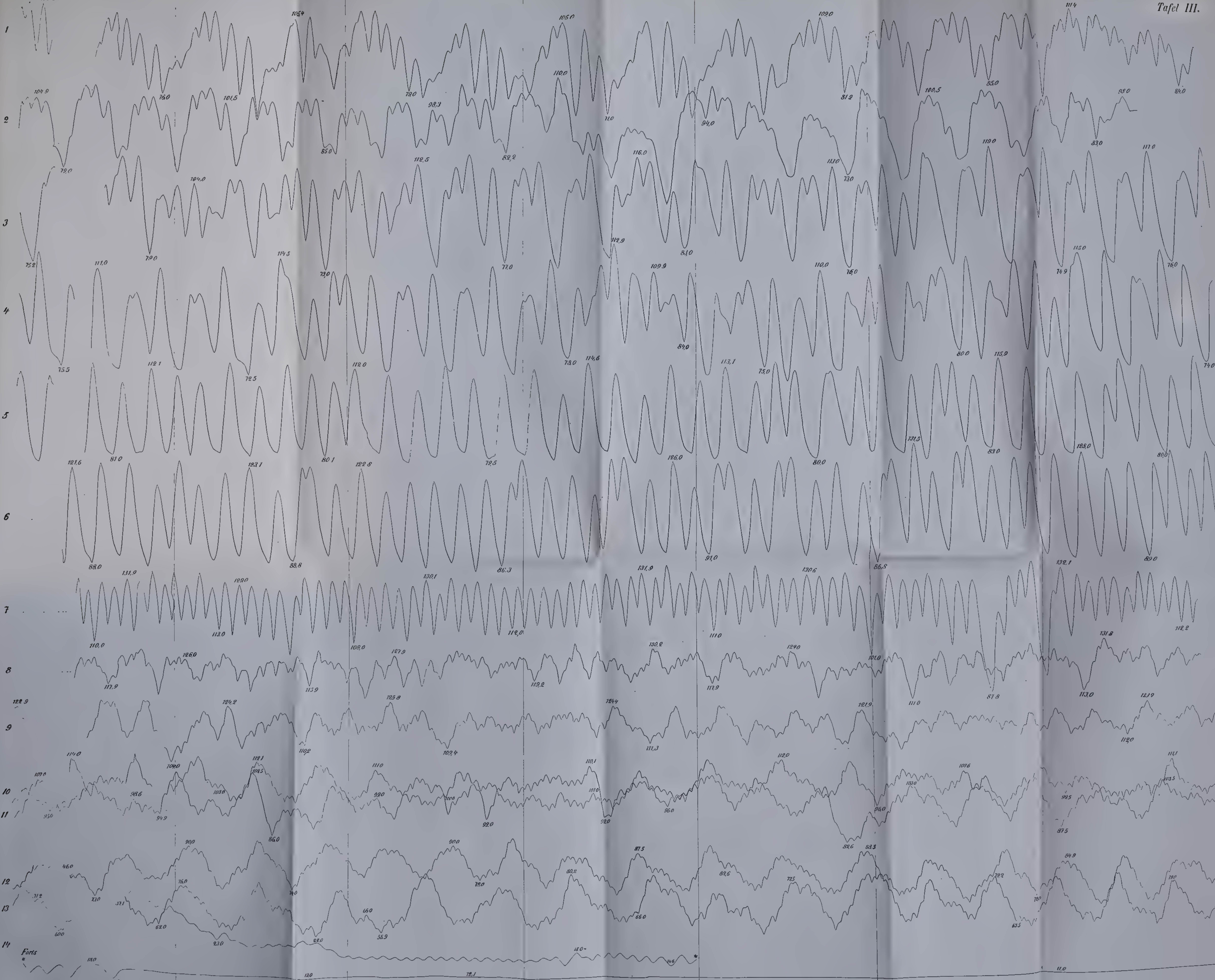

Gez. u. lith. v. el. Schütze

3.

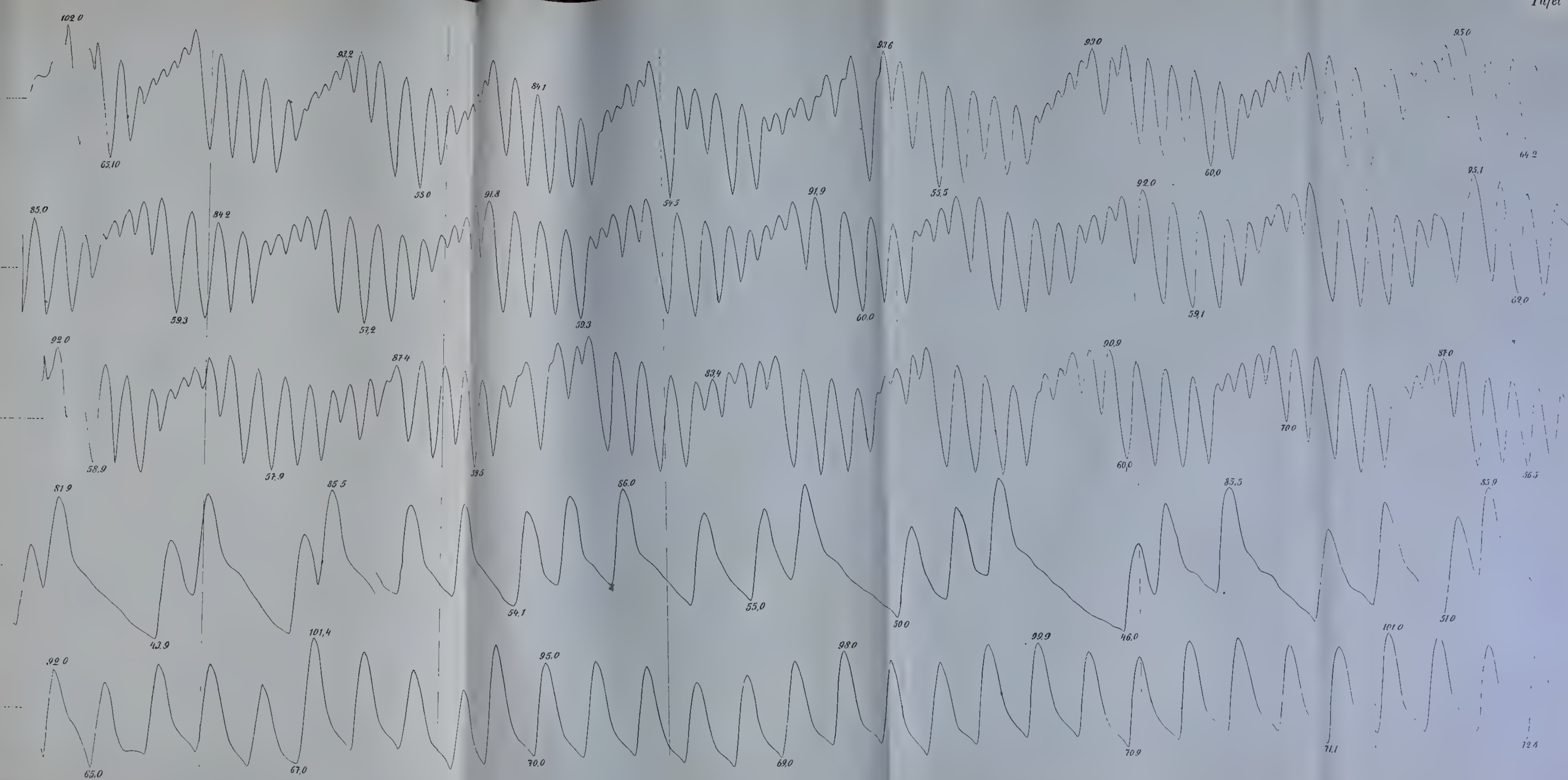


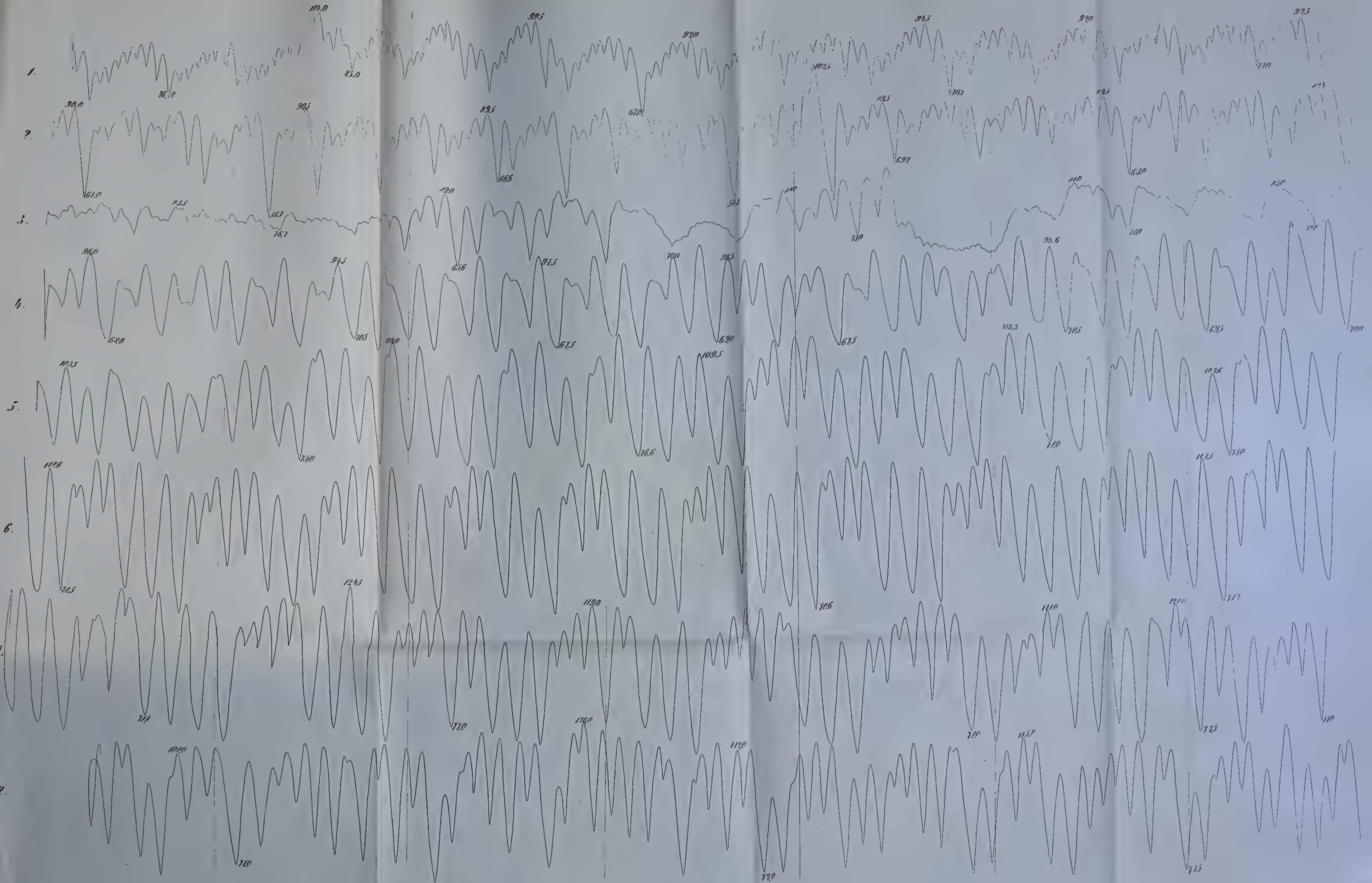


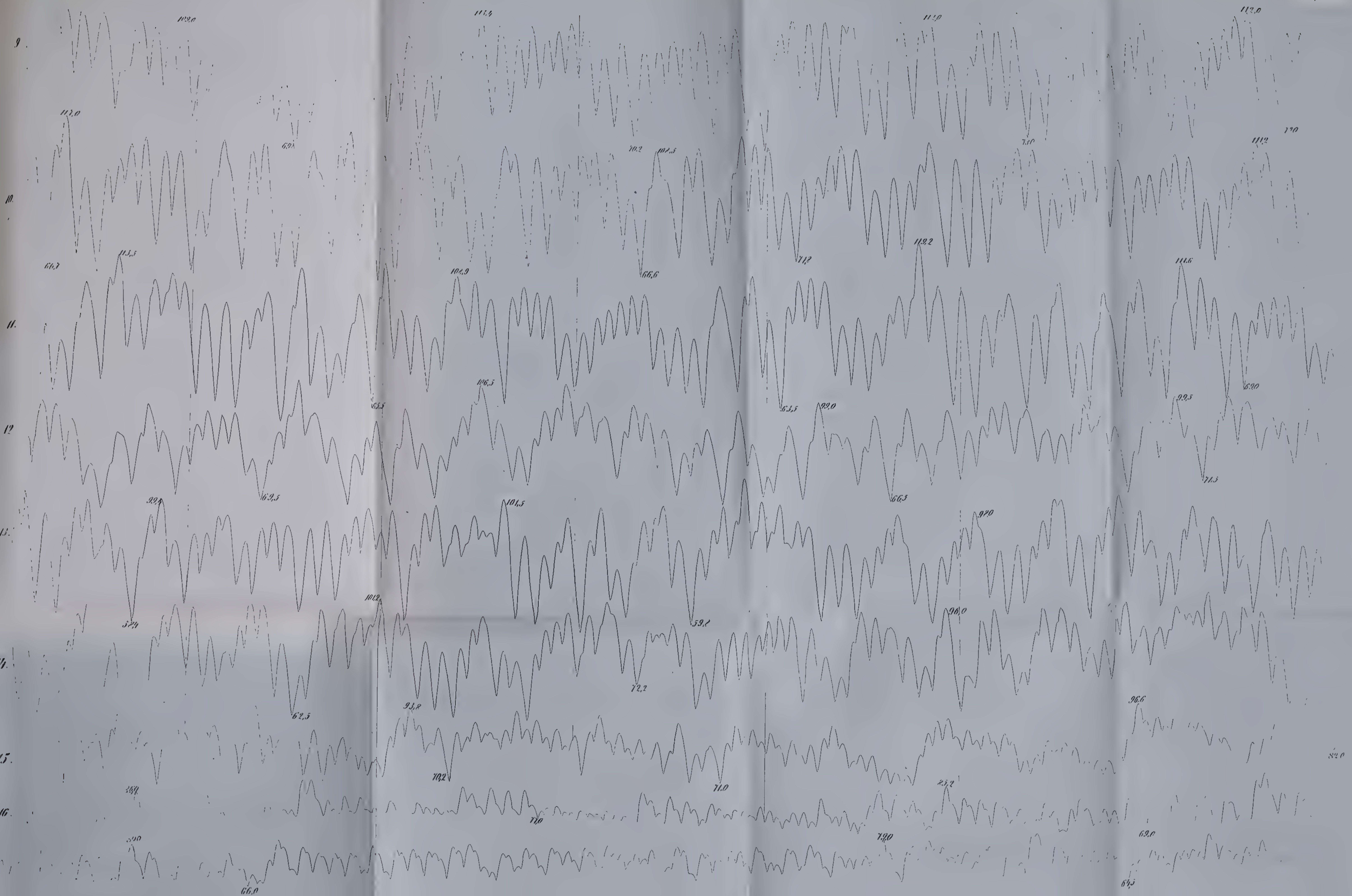
Gez. u. lith. v. Ed. Schütze.

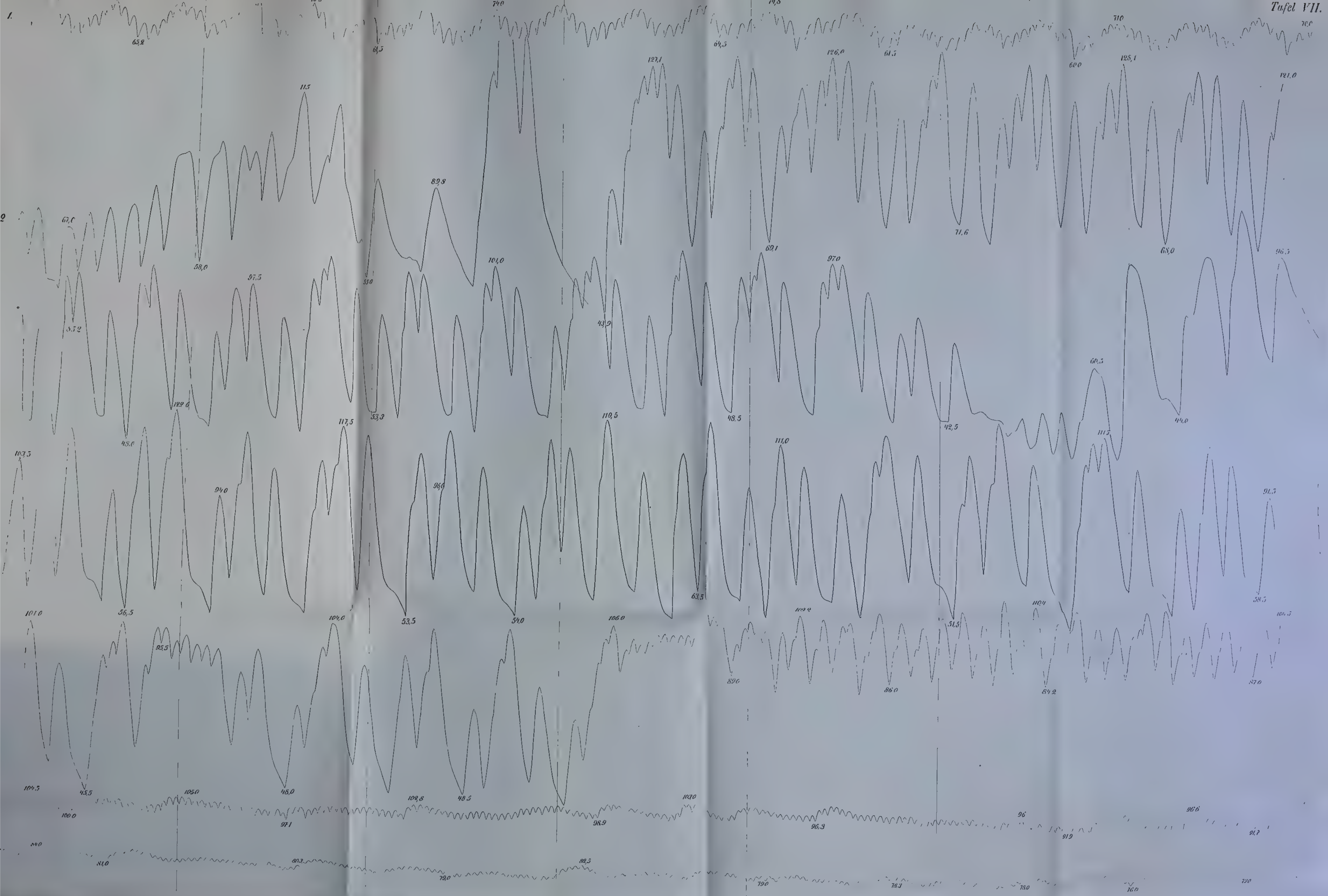

Forts

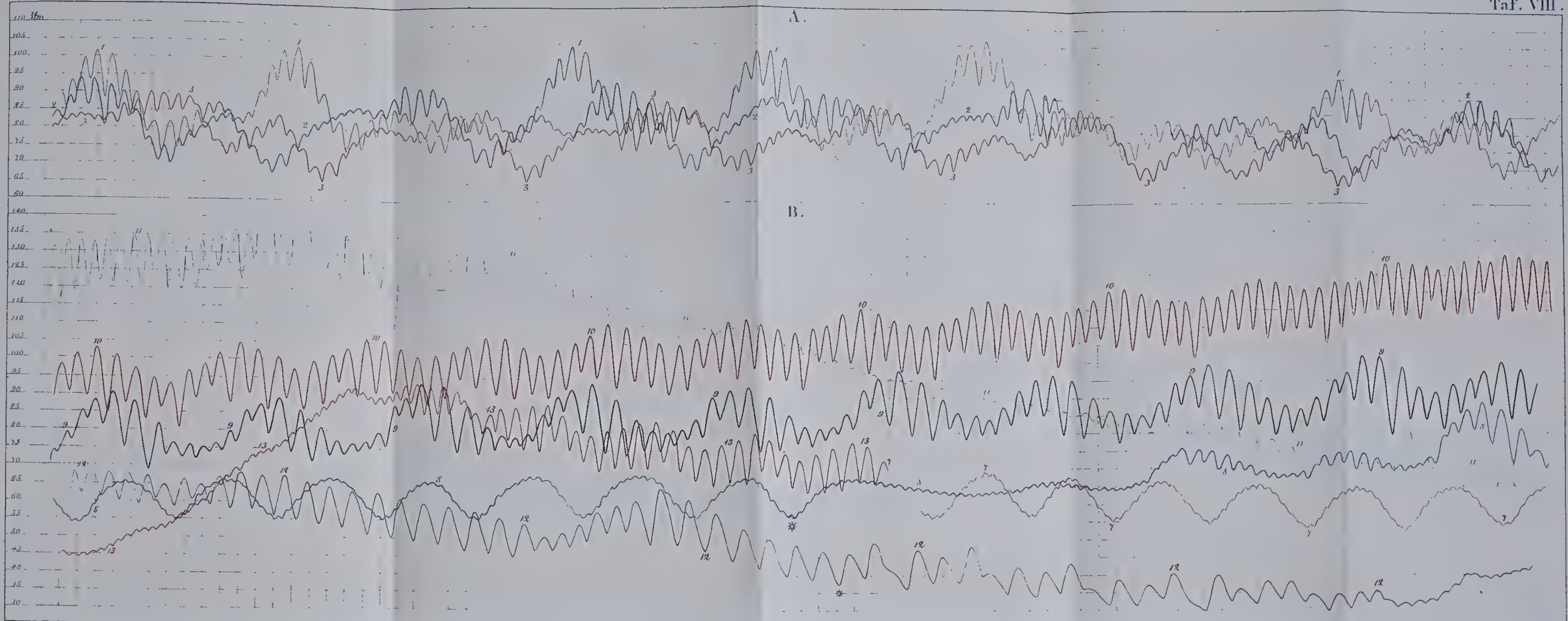
Tafel IV.

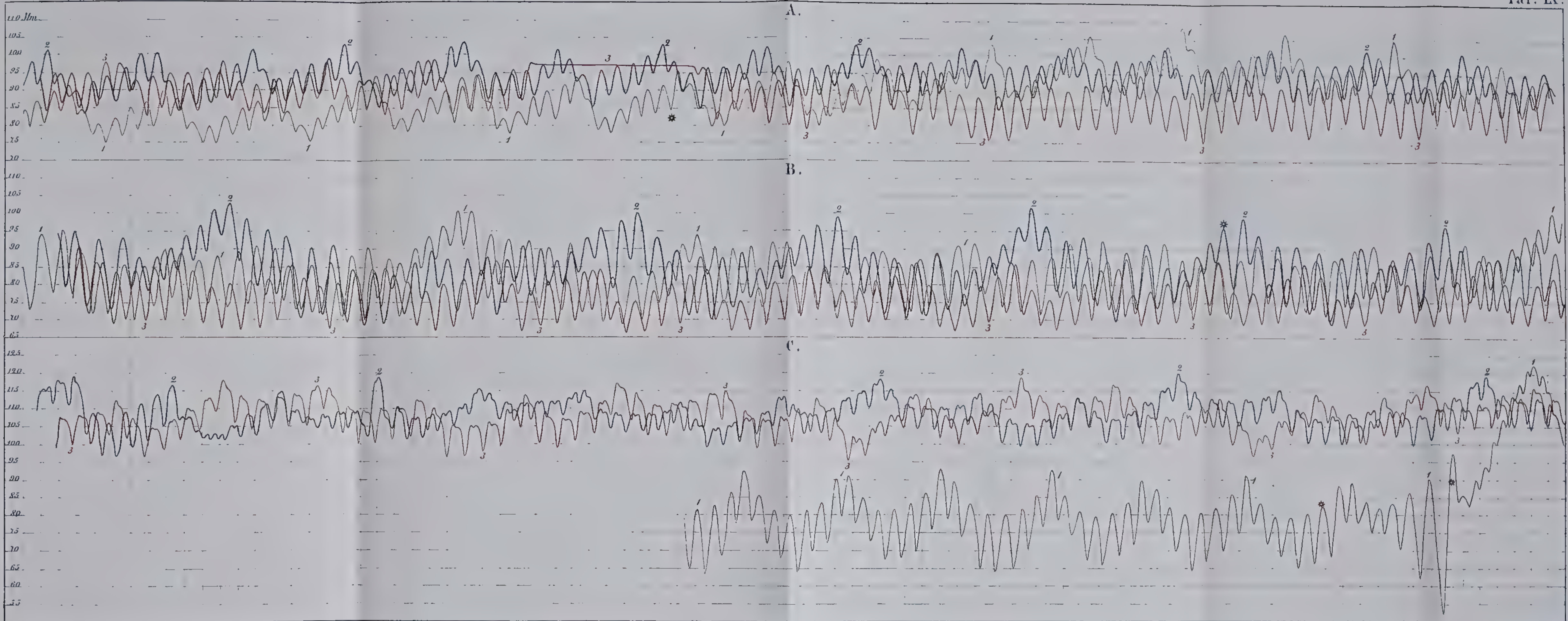

102.0
65,10
93,2
58.0
84.1
54.5
93.6
55.5
93.0
60,0
95.0
64.2
85.0
59.3
84.2
57,2
91.8
59.3
91.9
60.0
92.0
59,1
95,1
62.0
92.0
58.9
57.9
87.4
39.5
83,4
90.9
60,0
70.0
87.0
56.5
81.9
43.9
85.5
54.1
86.0
55.0
50.0
46.0
85.5
51.0
85.9
92.0
65.0
101,4
67,0
95.0
70.0
69.0
98.0
99.9
70.9
71,1
101.0
12.8



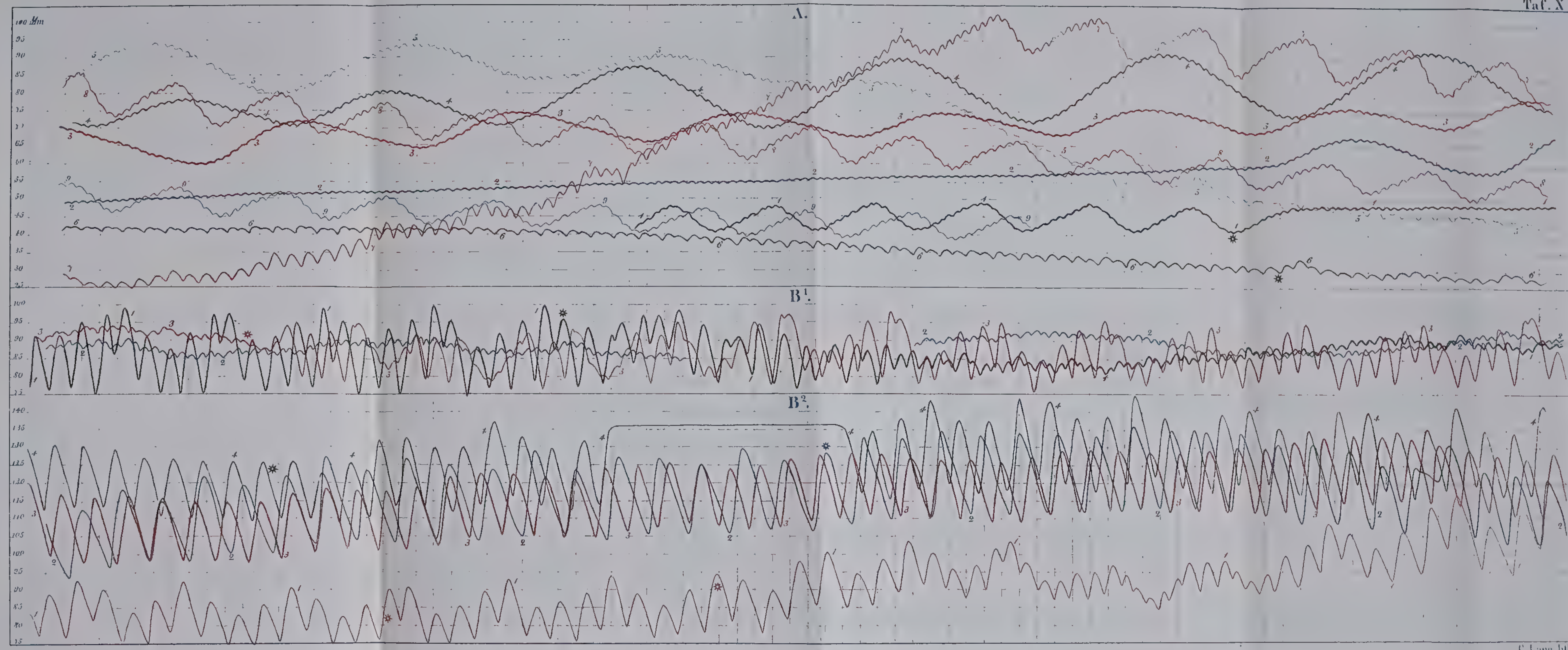





A.
B.
C. Laue lith.



C. Laue lith.


A.
B¹.
B².
C. Laue lith

